

УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

*Утверждено
Главным управлением
учебными заведениями МПС
в качестве учебника
для технических школ
машинистов локомотивов*

scan: The Stainless Steel Cat

processing: _Sandra



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1977

Устройство и ремонт электровозов постоянного тока.
Учебник для техн. школ ж.-д. трансп. М., «Транспорт», 1977. 464 с. Авт.: С. А. Алябьев, Е. В. Горчаков, С. И. Осипов, Э. Э. Ридель, В. Н. Хлебников.

В книге изложены устройство, работа и ремонт механического оборудования, тяговых электродвигателей, вспомогательных машин и аппаратуры, рассмотрены электрические цепи электровозов постоянного тока ВЛ10, ВЛ11, ВЛ8, ВЛ23, ЧС2 и ЧС2^т.

В графических схемах условные обозначения приняты в соответствии с требованиями ГОСТ 2.721—68 — ГОСТ 2.747—68 за исключением буквенно-цифровых в схемах электровозов, которые имеют обозначения, принятые заводами-изготовителями.

Книга утверждена Главным управлением учебными заведениями МПС в качестве учебника для технических школ машинистов и помощников машинистов электровозов постоянного тока. Она может быть использована и в качестве пособия для локомотивных бригад, работников депо, отделений дорог и служб управлений дорог, занимающихся эксплуатацией и ремонтом электровозов.

Ил. 323, табл. 18, список лит. 15 назв.

Книгу написали: § 1, 2, 30—77, 93—99 канд. техн. наук доц. С. И. Осипов; § 3—14 канд. техн. наук доц. В. Н. Хлебников; § 15—29 канд. техн. наук доц. Е. В. Горчаков; § 78—86 инж. С. А. Алябьев; § 87—92 инж. Э. Э. Ридель.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ

§ 1. Этапы электрификации железных дорог Советского Союза

С развитием промышленности и сельского хозяйства страны увеличивается количество грузов, которое необходимо перевозить из одного района страны в другой, а это предъявляет требования к железнодорожному транспорту по увеличению провозной и пропускной способности железных дорог. В нашей стране более половины всего грузооборота железнодорожного транспорта освоено электрической тягой.

В царской России электрических железных дорог не было. Электрификация основных магистралей была намечена в первые годы Советской власти при организации планового хозяйства страны.

В разработанном в 1920 г. плане ГОЭЛРО было уделено внимание увеличению провозной и пропускной способности железных дорог за счет перевода их на электрическую тягу. В 1926 г. была электрифицирована линия Баку—Сураханы протяженностью 19 км при напряжении в контактной сети 1200 В постоянного тока. В 1929 г. переведен на электрическую тягу пригородный участок Москва — Мытищи протяженностью 17,7 км с напряжением в контактной сети 1500 В. В 1932 г. был электрифицирован первый магистральный участок Хашури — Зестафони на Сурамском перевале Кавказа протяженностью 63 км с напряжением 3000 В постоянного тока. После этого началась электрификация отдельных наиболее тяжелых по климатическим условиям, наиболее грузонапряженных участков и линий с тяжелым профилем.

К началу Великой Отечественной войны были переведены наиболее тяжелые участки на Кавказе, Урале, Украине, в Сибири, Заполярье и в пригородах Москвы общей протяженностью около 1900 км. В период войны были электрифицированы линии на Урале, в пригородах Москвы и Куйбышева общей протяженностью около 500 км.

После войны пришлось восстанавливать участки электрифицированных железных дорог в западной части страны, находившихся на территории, временно оккупированной врагом. Кроме того, необходимо было переводить на электрическую тягу новые тяжелые участки железных дорог. Пригородные участки, электрифицированные ранее на напряжение 1500 В в контактом проводе, были переведены на напряжение 3000 В. Начиная с 1950 г., от электри-

фикации отдельных участков перешли к переводу на электрическую тягу целых грузонапряженных направлений и были начаты работы на линиях Москва—Иркутск, Москва—Харьков и т. д.

Увеличение потока народнохозяйственных грузов и рост пассажирских перевозок требуют более мощных локомотивов и увеличения числа поездов. При напряжении в контактной сети 3000 В потребляемые токи мощными электровозами при значительном их количестве в зоне питания от тяговых подстанций вызывали большие потери энергии. Для уменьшения потерь приходится ближе ставить тяговые подстанции одна к другой и увеличивать сечение проводов контактной сети, но это повышает стоимость системы энергоснабжения. Уменьшить потери энергии можно, уменьшив проходящие по проводам контактной сети токи, а чтобы мощность осталась прежней, необходимо увеличить напряжение. Этот принцип использован в системе электрической тяги переменного однофазного тока промышленной частоты 50 Гц при напряжении в контактной сети 25 кВ.

Потребляемые электроподвижным составом (электровозами и электропоездами) токи при этом значительно меньше, чем при системе постоянного тока, что позволяет уменьшить сечение проводов контактной сети и увеличить расстояния между тяговыми подстанциями. Эту систему в нашей стране начали исследовать еще до Великой Отечественной войны. Затем во время войны пришлось исследования прекратить. В 1955—1956 гг. по результатам послевоенных разработок был электрифицирован по этой системе опытный участок Ожерелье—Павелец Московской дороги. В дальнейшем эту систему начали широко внедрять на железных дорогах нашей страны наряду с системой электрической тяги на постоянном токе. К началу 1977 г. электрифицированные магистрали в СССР протянулись на расстояние около 40 тыс. км, что составляет 28% длины всех железных дорог страны. Из них порядка 25 тыс. км на постоянном и 15 тыс. км — на переменном токе.

Работают на электрической тяге железные дороги от Москвы до Карымской протяженностью свыше 6300 км, от Ленинграда до Еревана — около 3,5 тыс. км, Москва—Свердловск — свыше 2 тыс. км, Москва—Воронеж—Ростов, Москва—Киев—Чоп, линии, связывающие Донбасс с Поволжьем и с западной частью Украины и т. д. Кроме того, на электрическую тягу переведено пригородное движение всех крупных промышленных и культурных центров.

По темпам электрификации, протяженности линий, объему перевозок и грузообороту наша страна оставила далеко позади все страны мира.

Интенсивная электрификация железных дорог вызвана ее большими технико-экономическими преимуществами. По сравнению с паровозом или тепловозом электровоз при том же весе и габаритах может иметь значительно большую мощность, так как он не имеет первичного двигателя (паровой машины или дизеля). Поэтому электровоз обеспечивает работу с поездами с значительно большими скоростями и, следовательно, повышает пропускную и про-

возную способность железных дорог. Использование управления несколькими электровозами с одного поста (система многих единиц) позволяет увеличить эти показатели в еще большей степени. Более высокие скорости движения обеспечивают ускорение доставки грузов и пассажиров к месту назначения и приносят дополнительный экономический эффект для народного хозяйства.

Электрическая тяга имеет более высокий к. п. д. по сравнению с тепловозной и особенно с паровой тягой. Средний эксплуатационный к. п. д. паровой тяги составляет 3—4%, тепловозной — около 21% (при 30-процентном использовании мощности дизеля), а электрической тяги — около 24%.

При питании электровоза от старых тепловых электростанций к. п. д. электрической тяги составляет 16—19% (при к. п. д. самого электровоза порядка 85%). Такой низкий к. п. д. системы при высоком к. п. д. электровоза получается вследствие больших потерь энергии в топках, котлах и турбинах электрических станций, к. п. д. которых составляет 25—26%.

Современные электрические станции с мощными и экономичными агрегатами работают с к. п. д. до 40%, и к. п. д. электрической тяги при получении энергии от них составляет 25—30%. Наиболее экономична работа электровозов и электропоездов при питании линии от гидростанции. При этом к. п. д. электрической тяги составляет 60—62%.

Нужно отметить, что паровозы и тепловозы работают на дорогом и высококалорийном топливе. Тепловые электрические станции могут работать на более низких сортах топлива — буром угле, торфе, сланцах, а также использовать природный газ. Эффективность электрической тяги возрастает также при питании участков от атомных электрических станций.

Электровозы более надежны в эксплуатации, требуют меньших затрат на осмотры и ремонты оборудования и позволяют поднять производительность труда на 16—17% по сравнению с тепловозной тягой.

Только электрическая тяга обладает свойствами перерабатывать запасенную в поезде механическую энергию в электрическую и отдавать ее при рекуперативном торможении в контактную сеть для использования ее другими электровозами или моторными вагонами, работающими в этот период в режиме тяги. При отсутствии потребителей энергию можно передать в энергосистему. За счет рекуперации энергии удастся получить большой экономический эффект. Так, в 1976 г. за счет рекуперации было возвращено в сеть около 1,7 млрд. кВт·ч электроэнергии. Рекуперативное торможение позволяет повысить уровень безопасности движения поездов, уменьшить износ тормозных колодок и бандажей колес.

Все это дает возможность снизить себестоимость перевозок и сделать процесс перевозки грузов более эффективным.

За счет технической реконструкции тяги на железнодорожном транспорте сэкономлено примерно 1,7 млрд. т топлива, а эксплуатационные расходы уменьшились на 28 млрд. руб. Если предполо-

жить, что до сих пор на наших магистралях работали бы паровозы, то, например, в 1974 г. потребовалось бы в их топках израсходовать треть добываемого в стране каменного угля.

Электрификация железных дорог способствует прогрессу народного хозяйства прилегающих районов, так как от тяговых подстанций получают питание промышленные предприятия, колхозы, совхозы и закрываются малоэффективные неэкономичные местные дизельные электростанции. Ежегодно свыше 17 млрд. кВт·ч энергии идет через тяговые подстанции для питания нетяговых потребителей.

При электрической тяге повышается производительность труда. Если при тепловозной тяге производительность труда возрастает в 2,5 раза по сравнению с паровой, то при электрической — в 3 раза. Себестоимость перевозок на электрифицированных линиях на 10—15% ниже, чем при тепловозной тяге.

§ 2. Классификация электровозов и их основные данные

Электровозом называют локомотив, который приводится в движение тяговыми двигателями, питающимися от контактной сети. Электровозы могут также получать энергию от установленной на нем аккумуляторной батареи.

Электровозы классифицируют по роду тока, типу привода, роду службы и осевым формулам. В зависимости от рода применяемого тока электровозы бывают постоянного тока, переменного однофазного тока промышленной частоты (50 или 60 Гц), переменного однофазного тока пониженной частоты ($16\frac{2}{3}$ или 25 Гц), трехфазного тока и многосистемные.

В нашей стране в соответствии с принятыми системами электрической тяги работают электровозы постоянного тока и переменного однофазного тока промышленной частоты.

По типу привода, т. е. типу передачи вращающего момента с вала тяговых двигателей на движущие колесные пары различают электровозы с индивидуальным и групповым приводом.

При индивидуальном приводе тяговый двигатель или два спаренных тяговых двигателя через зубчатую передачу соединены с одной движущей колесной парой. В случае группового привода от тягового двигателя вращающий момент передается на несколько движущих колесных пар через зубчатые передачи или спарники. В этом случае тяговый двигатель по своей мощности должен быть соответственно больше двигателей при индивидуальном приводе.

По роду службы электровозы подразделяют на грузовые, грузо-пассажирские, пассажирские и маневровые. Грузовые поезда обычно имеют большой вес. Для работы с ними требуются электровозы, развивающие большие силы тяги при сравнительно меньших скоростях движения. Они обычно имеют шесть—восемь и более движущих колесных пар. Наибольшие скорости их составляют 100—

110 км/ч. Пассажирские электровозы имеют меньшие силы тяги, но работают с большими скоростями — до 160—200 км/ч. Они имеют четыре и шесть осей и только сверхскоростные электровозы (на наибольшие скорости 200—250 км/ч) — восемь сцепных осей.

Маневровые электровозы обладают меньшей мощностью и скоростью движения. Для работы на неэлектрифицированных линиях на них устанавливают аккумуляторные батареи или дизель-генераторные установки.

Осевые формулы характеризуют число движущих колесных пар и их расположение в тележках, а также схему передачи силы тяги от колесных пар на автосцепку. Движущие колесные пары устанавливают обычно в двухосных или трехосных тележках, на которые опирается кузов. Четырехосные электровозы имеют две двухосные тележки, шестиосные — две трехосные тележки, восьмиосные — четыре двухосные тележки. Тележки могут быть соединены между собой специальными сочленениями, через которые и передается сила тяги на автосцепки, установленные на концевых тележках. Такие тележки называют сочлененными. Бывают тележки несочлененные. В этом случае сила тяги от тележки передается на кузов и через него на автосцепки, установленные по концам кузова электровоза.

Для краткой записи числа колесных пар (осей) и типа тележек используют осевые формулы — цифровые обозначения и знаки. В этой формуле цифры показывают число осей в каждой тележке электровоза. Около этих цифр при индивидуальном приводе ставят индекс 0. Сочленение тележек отмечают знаком «+», при отсутствии сочленения знаком «—». Так осевая формула $2_0 + 2_0 + + 2_0 + 2_0$ показывает, что восьмиосный электровоз имеет четыре сочлененные двухосные тележки с индивидуальным приводом; $3_0 — — 3_0$ — шестиосный электровоз состоит из двух трехосных несочлененных тележек. Осевую формулу $2—2$ имеет четырехосный электровоз, имеющий две двухосные несочлененные тележки с групповым приводом от тягового двигателя каждой тележки к двум колесным парам.

До Великой Отечественной войны выпускались только шестиосные электровозы. После войны выпускались шестиосные, а затем восьмиосные грузовые электровозы. В настоящее время на железных дорогах, электрифицированных на постоянном токе, наиболее распространены грузовые шестиосные электровозы ВЛ23 и ВЛ22^м и восьмиосные ВЛ10 и ВЛ8. В пассажирском движении используют чехословацкие электровозы шестиосные ЧС2 и ЧС2^т (индекс т показывает наличие реостатного торможения) и четырехосные ЧС3 и ЧС1. На участках переменного тока работают грузовые шестиосные электровозы ВЛ60^к и восьмиосные — ВЛ80^к и ВЛ80^т и в пассажирском движении чехословацкие электровозы ЧС4. Кроме того, для обслуживания соседних стыковых участков, электрифицированных один на постоянном, а другой на переменном токе, имеются электровозы двойного питания ВЛ82, ВЛ82^м, которые могут работать на постоянном и переменном токе.

Показатели		Характеристики электровоза серии						
		ВЛ11	ВЛ10	ВЛ8	ВЛ23	ЧС200	ЧС27	ЧС2
Осевая формула		3(2 ₀ —2 ₀)	2 ₀ —2 ₀ —2 ₀ — —2 ₀	2 ₀ +2 ₀ + +2 ₀ +2 ₀	3 ₀ +3 ₀	2 ₀ —2 ₀ — —2 ₀ —2 ₀	3 ₀ —3 ₀	3 ₀ —3 ₀
Мощность при часовом режиме на валах тяговых двигателей, кВт		7800	5350	4200	3150	8400	4620	4200
Сила тяги при часовом режиме на ободах колес, кгс		59 250	39 500	35 200	26 400	22 000	19 400	16 500
Передаточное число		88 : 23	88 : 23	82 : 21	82 : 21	—	77 : 44	77 : 44
Скорость при часовом режиме, км/ч		47,3	47,3	42,6	42,6	135	87,5	91,5
Скорость наибольшая, км/ч		120	100	100	100	200	160	160
Нагрузка от оси на рельсы, тс		23—25	23	23	23	19	20,5	20,5
Диаметр движущих колес, мм		1250	1250	1200	1200	1250	1250	1250
Тип тягового двигателя		ТЛ-2К1	ТЛ-2К1	НБ-406	НБ-406	—	АЛ-4846дТ	АЛ-4846еТ
Электрическое торможение			Рекуперативное		Нет	Резостатное	Нет	Нет

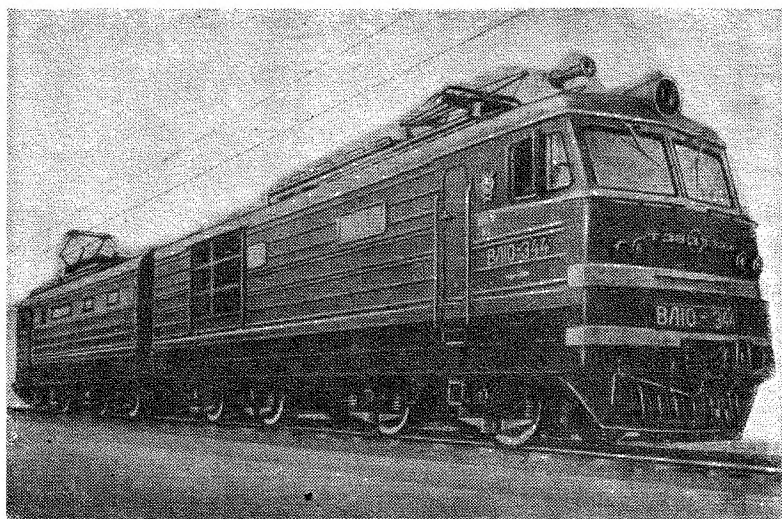


Рис. 1. Электровоз ВЛ10

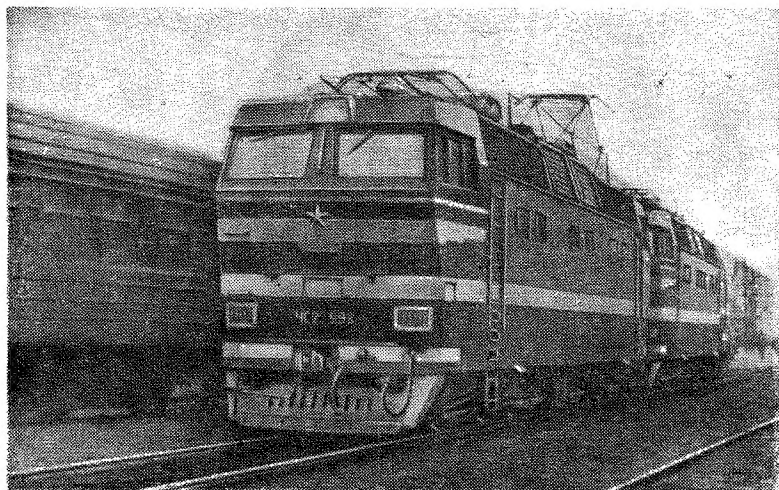


Рис. 2. Электровоз ЧС2Т

В настоящее время наши заводы для участков постоянного тока серийно выпускают только восьмиосные грузовые электровозы ВЛ10 (рис. 1) и ВЛ82^ч. Заводы Чехословацкой Социалистической Республики поставляют электровозы ЧС2^г (рис. 2).

Электровозы состоят из механического, электрического и пневматического оборудования. К механической части относят кузов и тележки, к электрической — тяговые двигатели, вспомогательные машины, электрические аппараты и аккумуляторные батареи. К пневматическому оборудованию относят компрессоры, приборы, краны, клапаны, трубопроводы, резервуары тормозной и воздушной систем.

Принципиально электровозы постоянного и переменного тока отличаются основным электрическим оборудованием.

Электровозы постоянного тока включают в себя тяговые двигатели и пуско-регулирующую аппаратуру — пусковые резисторы и аппараты, с помощью которых управляют работой тяговых двигателей и вспомогательных машин.

На электровозах двойного питания установлены трансформатор и выпрямитель, работающие на участках переменного тока, и пусковые резисторы для пуска и разгона тяговых двигателей на участках переменного и постоянного тока.

В табл. 1 приведены основные технические данные наиболее распространенных и намечаемых к выпуску электровозов постоянного тока.

В перспективе электровозостроительные заводы намечают выпускать еще более мощные, более совершенные и надежные восьмиосные электровозы.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

§ 3. Общие сведения о механической части

Механическая часть электровоза предназначена для размещения электрического, пневматического и тормозного оборудования и пультов управления; восприятия и передачи горизонтальных продольных и поперечных сил; передачи и распределения вертикальных нагрузок от массы электровоза на путь и обеспечения движения электровоза по рельсовому пути. Она состоит из кузова и тележек. Тележки могут быть сочлененными, т. е. механически связанными между собой посредством сочленения, и несочлененными (свободными). Если автосцепные устройства размещены на рамах тележек, то сочленение предназначено для передачи продольных сил (тяги, торможения) и кузов продольные силы не воспринимает и не передает (электровозы ВЛ8, ВЛ23). В тех случаях когда автосцепные устройства установлены на раме кузова, то применяют несочлененные тележки (электровозы ВЛ10, ВЛ11, ВЛ12) или тележки с упругой поперечной связью (ЧС2, ЧС2^т), рама кузова воспринимает от тележек и передает горизонтальные продольные силы на автосцепные устройства.

Основные узлы тележки: рама 1 (рис. 3 и 4), колесные пары 3 с буксами и буксовое подвешивание 4. На тележках устанавливают тяговые двигатели 2 с тяговыми передачами и тормозное оборудование 5 (тормозные цилиндры, тормозные рычажные передачи и колодки).

Между кузовом и рамами тележек расположены опоры кузова (жесткие или упругие) или система люлечного подвешивания 6 (см. рис. 4) кузова, а также устройства для передачи продольных и поперечных сил от тележек на кузов (при несочлененных тележках или тележках, имеющих поперечную упругую связь) и противоразгрузочные устройства.

Для уменьшения воздействия электровоза на путь необходимо уменьшать массу тех частей электровоза, которые жестко взаимодействуют с верхним строением пути, т. е. массу неподрессоренных частей. С этой целью осуществляют разделение масс механической части и между отдельными массами (кузовом и тележками, тележками и колесными парами) вводят упругие связи. Вертикальные упругие связи, находящиеся между буксами и рамами тележек, образуют первую ступень подвешивания (или буксовое подвешивание), а вертикальные связи, имеющиеся между кузовом и тележкой

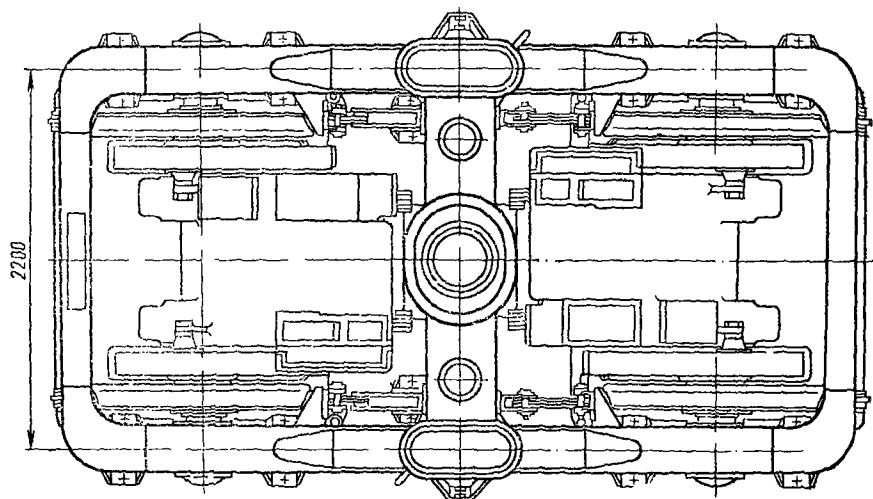
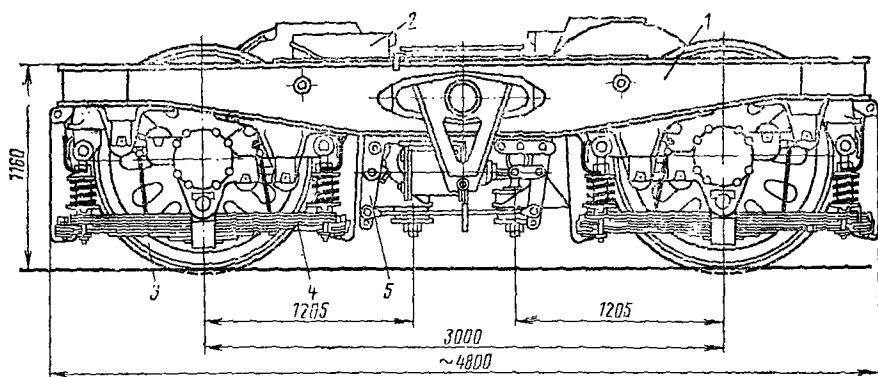


Рис. 3. Тележка электровоза ВЛ10 с боковыми опорами кузова

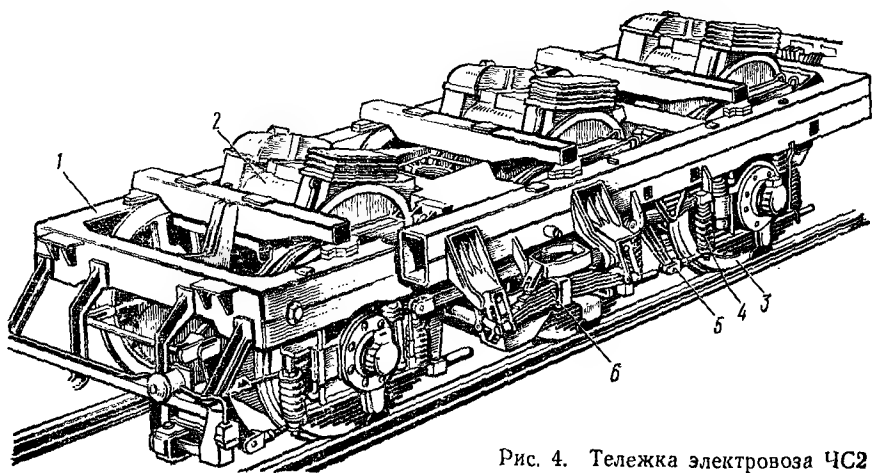


Рис. 4. Тележка электровоза ЧС2

ми, — вторую ступень подвешивания. Для уменьшения горизонтальных поперечных сил взаимодействия электровоза с рельсами применяют горизонтальные упругие поперечные связи (горизонтальное подрессоривание) между кузовом и рамами тележек (противотносные устройства, люлечное подвешивание), а также между рамами тележек и колесными парами (упругие элементы в буксовых поводках). Связи, кроме упругости, необходимой для смягчения (амортизации) ударов, должны обладать определенными демпфирующими характеристиками, чтобы препятствовать росту колебаний масс. Поэтому в системах подвешивания устанавливают гидравлические гасители колебаний (демпферы); гашению колебаний способствует также трение в опорах кузова и элементах подвешивания.

§ 4. Рамы тележек

Типы рам. Рамы тележек предназначены для передачи и распределения вертикальных нагрузок между колесными парами с помощью подвешивания, восприятия и передачи сил тяги и торможения, а также горизонтальных поперечных сил, обеспечения правильной установки колесных пар, крепления тяговых двигателей, элементов подвешивания и тормозного оборудования.

Основными элементами рамы тележки являются продольные балки (боковины) и поперечные шкворневые (или средние) и концевые балки (брусья). Концевые поперечные балки рам сочлененных тележек, служат для размещения автосцепного устройства или крепления сочленения. У несочлененных тележек концевые балки обеспечивают необходимую жесткость рамы, к ним крепят детали тормозного оборудования, на них воздействует ролик противоразгрузочного устройства.

В зависимости от конструктивного выполнения различают сварные, литые и брусковые рамы. На электровозах ВЛ10, ВЛ11 и ЧС2 применены тележки со сварными рамами, на ВЛ8 — с литыми, а на ВЛ23 — с брусковыми.

Сварная рама представляет собой неразборную конструкцию, изготовленную с применением сварки из балок замкнутого профиля; балки сварены из штампованных, гнутых или образованных из отдельных листов профилей. Шкворневые балки, имеющие сложную конфигурацию, часто выполняют литыми. Прочность и надежность сварных рам зависят от соблюдения правил конструирования сварных конструкций и технологии сварки. Сварные рамы характеризуются малой массой, хорошим распределением и использованием металла.

Цельнолитые рамы также неразборные. Их изготавливают отливкой из углеродистой стали марки 25Л-II; к качеству литья предъявляются повышенные требования. На изготовление форм требуются большие затраты труда, однако объем механической обработки цельнолитых рам очень мал, а слой кремнезема, остающийся после удаления формочной земли, предохраняет раму от корро-

зии. Толщина стенок балок рамы двухосной тележки 16—20 мм. Рама обладает высокой прочностью, жесткостью и надежностью, однако масса литой рамы велика: 5600—5900 кг у электровоза ВЛ8 по сравнению с 3130 кг у сварной рамы тележки электровоза ВЛ10.

Брусковые рамы разборные; они состоят из массивных продольных балок (боковин, изготовленных из листового проката, и поперечных литых балок, соединенных с продольными призонными (коническими) болтами. Сложная технология изготовления продольных балок, большие отходы металла, высокая трудоемкость и плохое использование металла характерны для брусковых рам. Брусковые рамы имеют высокую прочность и надежность. Брусковая рама в 2 раза тяжелее сварной; нерациональное распределение металла в раме является одной из причин тяжелого воздействия электровозов на путь.

Рамы тележек электровозов ВЛ10 и ВЛ11. Рама (рис. 5) тележки электровоза с люлечным подвешиванием кузова представляет собой замкнутую конструкцию прямоугольной (в плане) формы и состоит из двух продольных 3, шкворневой 9 и двух концевых 12 балок. Продольные балки изготовлены из четырех листов стали марки М16С: двух вертикальных толщиной 10 мм и двух горизонтальных толщиной 14 мм. К нижнему листу продольной балки приварены большие 4 и малые 1 кронштейны буксовых поводков, отлитые из стали 12ГТ-II; верхний лист в средней части имеет усиливающую накладку. К каждой продольной балке снаружи приварены по два кронштейна 6 люлечных подвесок и кронштейн 7 для установки гидравлических гасителей колебаний, а с внутренней стороны — кронштейны 11 для подвесок тормозной рычажной передачи.

Шкворневая балка литая. Она состоит из двух частей: собственно балки и приваренной к ней коробки шарового шарнира шкворня. В средней части имеется отверстие для шкворня, на боковых поверхностях — кронштейны 8 для тормозных цилиндров и кронштейны 10 для подвесок тормозной передачи. Корпус шарового шарнира имеет приливы 5 для крепления валиков подвески тягового двигателя. Соединение шкворневой балки с продольными выполнено с помощью цилиндрических цапф, которые проходят через отверстия в продольных балках. К концевым балкам, имеющим прямоугольное сечение, приварены кронштейны подвесок тормозной передачи и накладки 2 под ролик противоразгрузочного устройства.

Рама тележек электровозов ВЛ10 с боковыми опорами кузова отличаются конструкцией коробки шарового шарнира шкворня и отсутствием кронштейнов люлечных подвесок; у этих рам к усиливающей накладке продольной балки приварены наличник под скользуны опоры и обечайка масляной ванны.

Рама тележек электровозов ЧС2 и ЧС2Г. Рама (рис. 6) трехосной тележки имеет продольные балки 7, сваренные из двух П-образных штампованных профилей из стали толщиной 12 мм, причем концы балок сужены для увеличения расстояния между ними и ра-

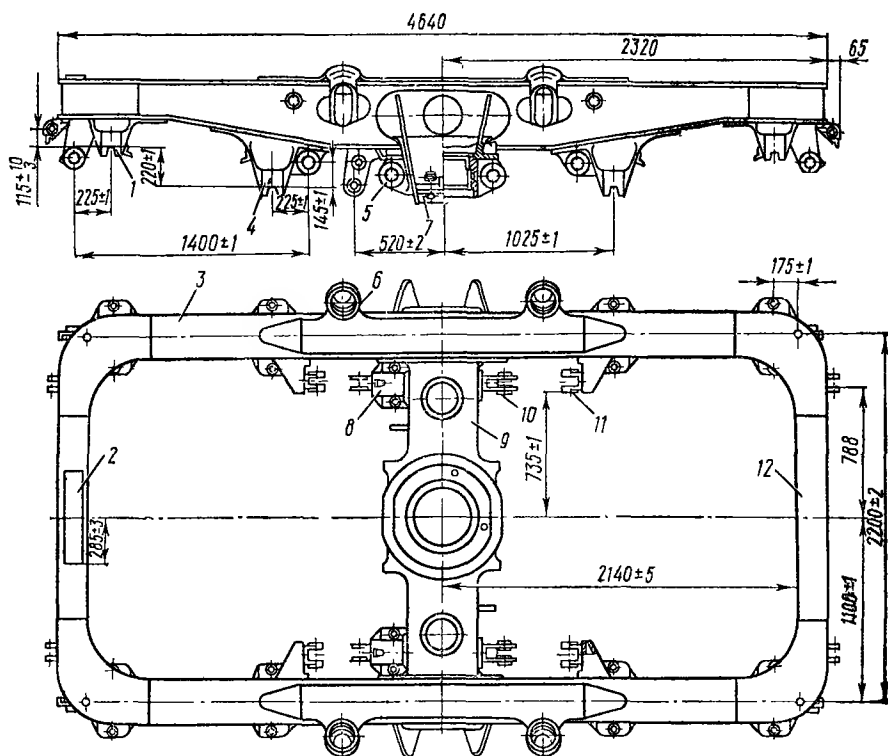


Рис 5. Рама тележки электровоза ВЛ10 с люлечным подвешиванием

мой кузова. Это позволяет избежать удара рамы тележки о кузов при движении по кривым. В продольные балки вварены литые втулки, в которые запрессованы и закреплены сверху гайками кованые цилиндрические буксовые направляющие 11. Высота продольных балок между ними уменьшена для создания необходимого зазора между балкой и буксой. Снизу к продольным балкам приварены литые кронштейны 12 для крепления элементов подвешивания, снаружи к боковым стенкам приварены стальные плиты 5, к которым крепят кронштейны люлечных подвесок, а к внутренним боковым стенкам — литые кронштейны 10 тормозной рычажной передачи.

Относительные поперечные перемещения кузова и тележек (± 30 мм) ограничены резиновыми упорами 3. Для подъема тележки предусмотрены кронштейны 6, а для предохранения букс от падения при подъеме тележки — скобы, которые крепят болтами к планкам 4. В местах восприятия больших нагрузок внутри продольных балок приварены усиливающие ребра.

Продольные балки соединены четырьмя поперечными: шкворневой 9, средней и двумя концевыми 2 и 8. Шкворневая балка сварена из листов толщиной 15 мм; она имеет литую коробку для разме-

щения шарового шарнира шкворня. Средняя и концевые балки сварены из штампованных элементов и стального листа толщиной 12 мм. К средней и наружной концевой 2 балкам приварены кронштейны 1 для крепления тормозных цилиндров и кронштейны 10 для тормозной передачи. К задней концевой балке 8 приварены усиливающие листы для межтележечного сочленения. Для монтажа тяговых двигателей на продольных и поперечных балках (за исключением концевой балки 2) имеются накладки.

Рамы тележек электровоза ВЛ8. Рамы (рис. 7) первой и четвертой тележек электровоза ВЛ8 одинаковы: в наружных поперечных балках (брусках) размещены автосцепные устройства, а внутренние поперечные балки имеют по два прилива в виде вилки для размещения сочленения. Вторая и третья тележки имеют только балки сочленения, причем у второй тележки обе концевые балки выполнены с приливами в виде серег, а у третьей — одна с приливом в виде серьги, а другая — с двумя приливами, образующими вилку.

Продольные балки 4 имеют замкнутое коробчатое сечение в средней части и открытое в местах 2 установки рессор. Для усиления открытых сечений сверху и снизу предусмотрены бурты. Толщина стенок 18 мм. Снизу продольная балка имеет стойки 12, являющиеся буксовыми направляющими. Внизу у стоек сделаны приливы для установки буксовых струнок. Кронштейны 13 продольных балок служат для установки коленчатого вала главного тормозного рычага, а кронштейны 11 — для продольного балансира, соединяющего рессоры. Продольные балки на концах переходят в упряжную балку 5 и балку сочленения 14, а в средней части — в шкворневую балку 9.

Упряжная балка внутри имеет коробку для фрикционного аппарата автосцепного устройства, на лицевой стороне — три выступа: средний 6 для розетки автосцепки и крайние 7 для буферных стаканов; на верхней поверхности — обечайку 8 гнезда дополнитель-

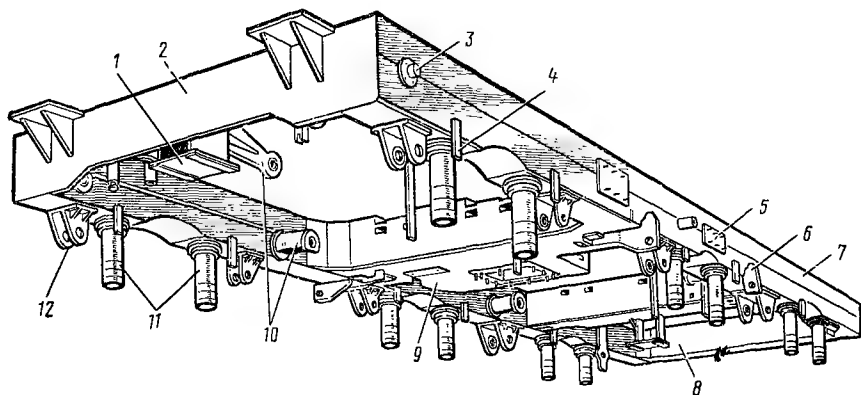


Рис. 6. Рама тележки электровоза ЧСЭ

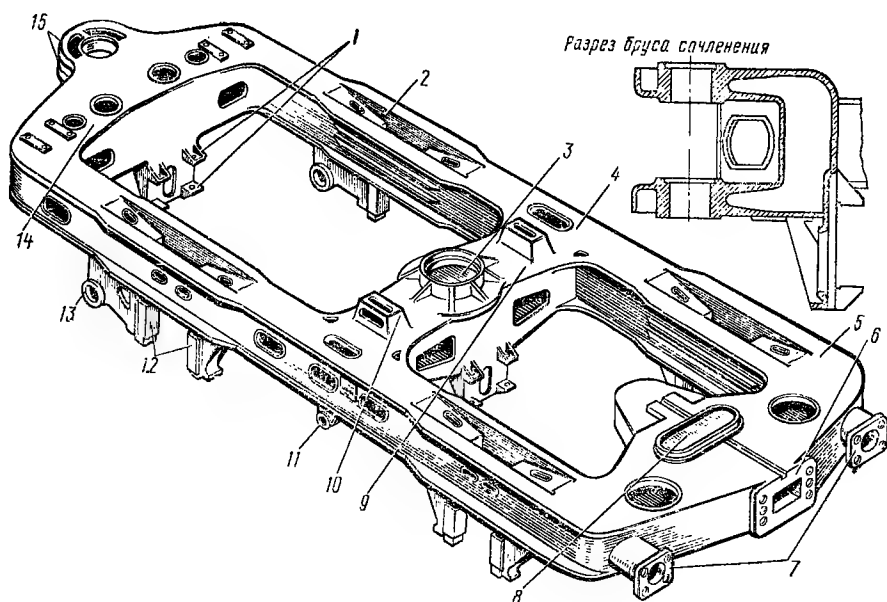


Рис. 7. Рама первой тележки электровоза ВЛ8

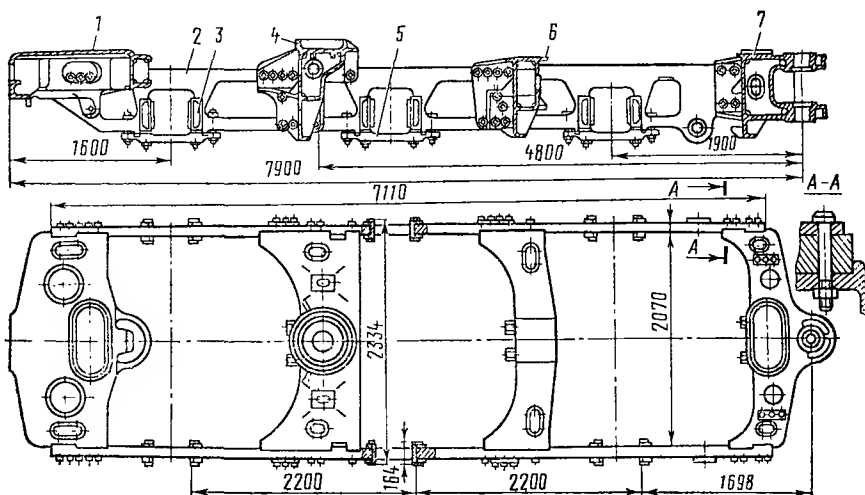


Рис. 8. Рама тележки электровоза ВЛ23

ной опоры кузова, а внизу кронштейны для тормозной рычажной передачи и приливы для кронштейна путеочистителя. Положение путеочистителя по высоте регулируют перестановкой козырька, который болтами крепят к путеочистителю.

Балки сочленения имеют один или два прилива 15 для сочленения и бруски для установки тормозных цилиндров. В средней части шкворневой балки расположено гнездо 3 опоры кузова (круглое для неподвижной опоры на концевых и прямоугольное для подвижной опоры на средних тележках) и сделаны приливы 10 для ограничения наклона кузова. Для установки траверсных подвесок тяговых двигателей шкворневые балки и балки сочленения снабжены кронштейнами 1.

Рама тележки электровоза ВЛ23. Рама состоит из двух продольных балок 2 (рис. 8) и четырех литых поперечных: упряжной 1, шкворневой 4, средней 6 и сочленения 7. Толщина листов продольных балок после механической обработки 100 мм (припуск на обработку 10—15 мм). При изготовлении в катаной заготовке делают вырезы для боек, балансиров и пружин подвешивания, а также для облегчения рамы. Буксовые вырезы снизу стягивают струнками 5, а к направляющим приваривают накладки с наличником 3.

Поперечные балки литые; их конфигурация отражает назначение этих балок. Они имеют те же детали, что и соответствующие балки литых рам. Поперечные балки крепят к продольным призонными болтами диаметром 30 мм, имеющими конусность 1 : 200. Для разгрузки болтов от срезающих сил предусмотрены разгружающие бурты: горизонтальные и вертикальные.

§ 5. Межтележечные сочленения

Конструкция жесткого межтележечного сочленения электровозов ВЛ8, предназначенного для передачи сил тяги (торможения) от одной тележки на другую, показана на рис. 9. Шаровой шарнир сочленения допускает относительный поворот тележек как в горизонтальной, так и в вертикальных плоскостях. Сочленение состоит из шара 1, находящегося во вкладышах 2, имеющих внутренние сферические поверхности и закрепленных болтами 6 в приливе (серьге) балки сочленения одной тележки. Другая тележка, имеющая приливы в виде вилки, соединена с шаром шкворнем 3; между шкворнем и приливами помещены закаленные втулки 5. Сверху на шкворень навертывается корончатая гайка 7, которая удерживает его от выпадения, а внизу находится клапан 4 для смазки.

Шар и шкворень изготовлены из стали Ст5; диаметр шкворня 165 мм, шара 310 мм, высота шара 240 мм. Для уменьшения износа шкворень подвергают термообработке; трущиеся поверхности шкворня и шара смазывают универсальной среднеплавкой смазкой УС (1,8—2,2 кг в каждое сочленение). Смазка поступает через каналы в шкворне и удерживается в канавках на цилиндрической и шаровой поверхностях шара. Вкладыши 2 литые; сверху имеется

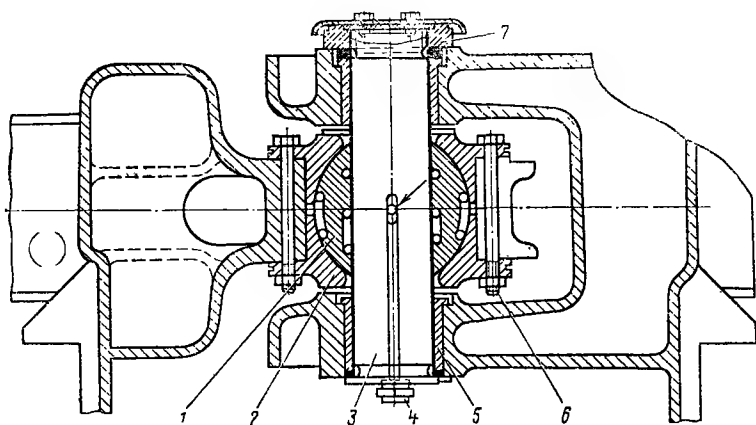


Рис. 9. Межтележечное сочленение электровоза ВЛ8

коническая расточка для свободного поворота шкворня в вертикальных плоскостях. Для защиты от попадания пыли на трущиеся поверхности межтележечного сочленения коническую расточку верхнего вкладыша закрывают шайбой; среднее сочленение имеет защитный чехол.

Вертикальный зазор между вкладышами и приливами необходим для обеспечения свободного поворота рам тележек в вертикальных плоскостях и вертикальных перемещений одной тележки относительно другой при колебаниях.

Сборку сочленения начинают с установки нижнего вкладыша; затем устанавливают шар, верхний вкладыш и стягивают вкладыши болтами (при этом необходимо с помощью прокладок обеспечить расчетный зазор между шаром и вкладышами). Болты после затяжки расклепывают у гаек. После этого сочленяемые тележки сдвигают так, чтобы серьга балки сочленения одной тележки вошла в вилку балки другой тележки; затем устанавливают и закрепляют шкворень.

Межтележечное сочленение электровозов ЧС2^т создает упругую связь между тележками в поперечном и жесткую в вертикальном направлениях. К задней поперечной балке первой тележки шпильками прикреплены втулка 3 (рис. 10), в которую запрессован шкворень 6; на шкворень надет шар 7, находящийся между двумя вкладышами 5. К задней поперечной балке второй тележки прикреплены два крошителя 1 с возвращающими аппаратами 4. При относительных поперечных перемещениях тележек вкладыши 5 взаимодействуют с толкателем 8; при этом горизонтальная сила через опорную шайбу толкателя передается на пружину 9. Сжатие пружины приводит к увеличению возвращающей силы. Между вкладышами и толкателями имеется зазор ± 6 мм, предельное относительное поперечное перемещение тележек ± 30 мм.

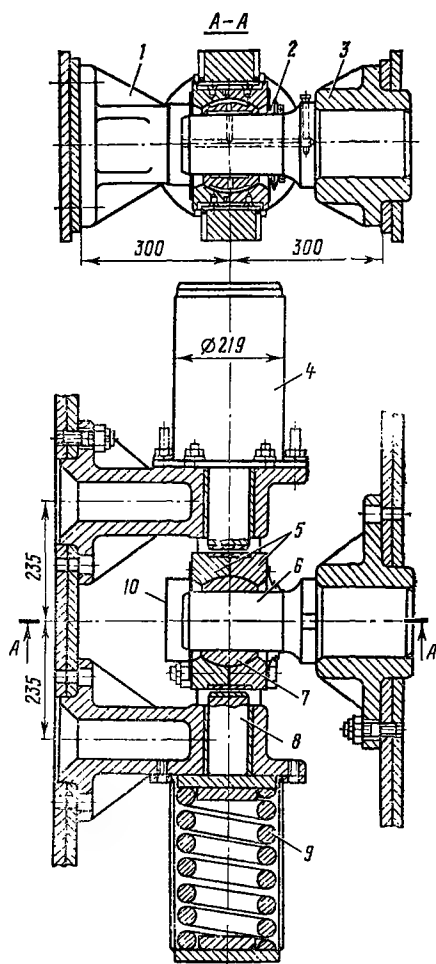


Рис. 10. Межтележечное сочленение электровоза ЧС2^т

сы локомотива, при движении взаимодействуют с рельсовой колеей, воспринимая удары от неровностей пути и горизонтальные силы, через колесную пару передается вращающий момент тягового двигателя, а в месте контакта колес с рельсами в тяговом и тормозном режимах реализуются силы сцепления. От исправного состояния колесной пары зависит безопасность движения поездов; поэтому к выбору материала, технологии изготовления отдельных ее элементов и формированию колесной пары предъявляют особые требования. В условиях эксплуатации за колесными парами необходим тщательный уход и своевременный осмотр.

Для защиты трущихся поверхностей шарового шарнира от пыли и грязи установлены защитные меха 2 со стороны первой и колпак 10 со стороны второй тележек. Вкладыши и толкатели снабжены сменными накладками. В шкворне и шаре предусмотрены каналы для подачи смазки к трущимся поверхностям шарового шарнира.

Применение упругой поперечной связи приводит к изменению положения тележек в рельсовой колес в кривых и уменьшению износа гребней и рельсов. Жесткая вертикальная связь препятствует повороту рамы тележки в тяговом режиме и тем самым улучшает использование сцепного веса электровоза. В то же время сочленение не препятствует изменению расстояния между задними поперечными балками тележек, которое имеет место при повороте тележек в кривых; при этом шкворень перемещается внутри шара вдоль своей оси.

§ 6. Колесные пары

Колесная пара является наиболее ответственным узлом подвижного состава. Колесные пары электровозов воспринимают и передают на рельсы вертикальные нагрузки от мас-

Колесная пара электровоза состоит из оси, двух ведущих и одного или двух зубчатых колес. В настоящее время у колесных пар отечественных грузовых электровозов зубчатые колеса монтируют на удлиненных ступицах колесных центров; ранее зубчатые колеса насаживались непосредственно на ось колесной пары. Метод крепления зубчатых колес у пассажирских электровозов зависит от типа передачи. Конструкция колесной пары должна обеспечивать необходимую прочность всех ее элементов и соответствовать требованиям ГОСТ 11018—64.

Колесные пары грузовых электровозов. Колесная пара (рис. 11) электровоза ВЛ10 состоит из оси 1, двух колесных центров 2, на которые насажены бандажи 3 с установленными бандажными кольцами 4 и зубчатые колеса 5.

Ось (рис. 12) изготавливают ковкой из осевой стали Ос.Л ГОСТ 4728—59 с последующей нормализацией и отпуском, причем термические операции должны проводиться при автоматической регистрации заданных режимов. У оси различают следующие участки: буксовые шейки 5, на которые насаживают буксовые подшипники, предподступичные части 4, представляющие собой переходные участки (на них крепят лабиринтные кольца букс), подступичные части 3, на которые напрессовывают центры движущих колес, шейки 2 под моторно-осевые подшипники тягового двигателя и среднюю часть 1. Диаметры отдельных участков различны и переходы от одного участка к другому должны быть плавными; их называют переходными галтелями. На концах оси имеется резьба для гаек роликподшипников, паз 6 для стопорной пластины и два отверстия М16 для болтов, крепящих пластину. В торцах оси сделаны центровые отверстия для установки оси или колесной пары в станке.

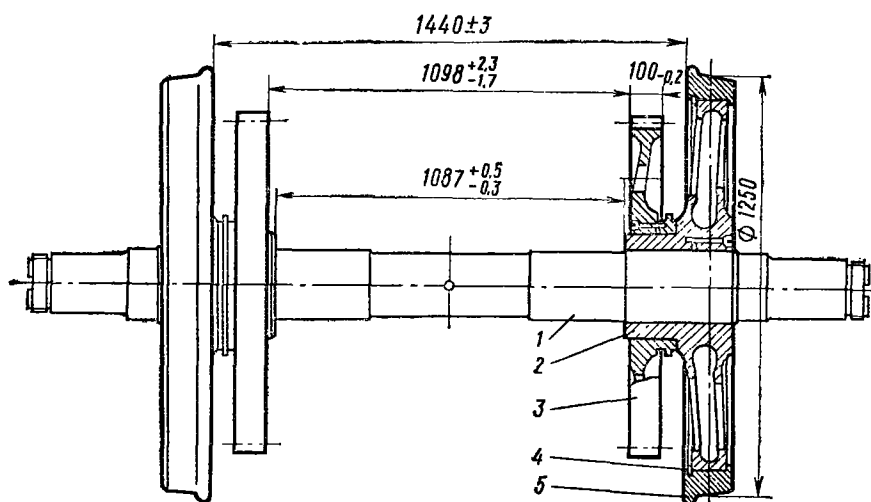


Рис. 11. Колесная пара электровоза ВЛ10

Оси движущих колесных пар подвергаются действию вертикальных и горизонтальных знакопеременных сил, а также скручиванию. Тяжелые условия работы предъявляют особые требования к материалу и способам обработки оси. После обточки подступичные части и шейки оси накатывают роликами (сила нажатия ролика при начальной накатке 4 тс, а при конечной 2,5 тс) и шлифуют (включая предподступичные части). Особое внимание уделяют выполнению и обработке переходных галтелей, так как от этого зависят степень концентрации напряжений и усталостная прочность оси. При накатке и шлифовке устраняют риски и царапины, около которых обычно концентрируются напряжения, а при длительной эксплуатации могут появиться трещины.

Обработанную ось колесной пары подвергают контролю ультразвуковым и магнитным дефектоскопами, после чего на торце годной оси ставят клейма (рис. 13): 1 — товарный знак или номер завода-изготовителя необработанной оси; 2 — дата изготовления; 3 — клейма присмки; 4 — порядковый номер оси завода-изготовителя необработанных осей; 5 — клейма ОТК завода и представителя заказчика, проверивших правильность переноса маркировки и принявших обработанную ось; 6 — условный номер завода, обработавшего ось; 7 — знак формирования колесной пары (ФТ — тепловой метод; Ф — запрессовка); 8 — условный номер завода, формировавшего колесную пару; 9 — клейма ОТК завода и представителя заказчика, принявшего колесную пару; 10 — дата формирования колесной пары.

Центр 3 (рис. 14) движущего колеса коробчатой конструкции изготавливают отливкой из углеродистой стали, он состоит из удлиненной ступицы, обода и соединяющей их средней двухстенной части с облегчающими отверстиями. На обод насаживают бандаж 2; диаметр посадочной поверхности 1070 мм (при диаметре круга катания нового бандажа 1250 мм). Диаметр посадочной поверхности центра на ось 235 мм, причем со стороны зубчатого колеса 1 эта поверхность расточена на конус с целью уменьшения внутренних напряжений в оси при запрессовке колеса на ось. Канал,

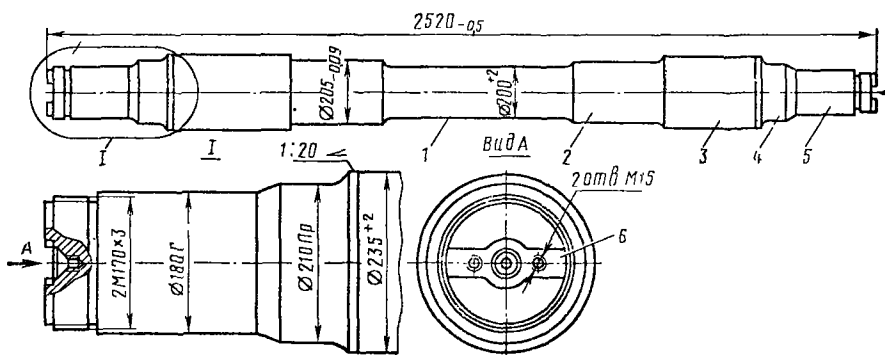


Рис. 12. Ось колесной пары электровоза ВЛ110

закрывае́мый пробкой 4, предназна-
чен для подачи масла под давлени-
ем при распрессовке колесной па-
ры; подача масла позволяет умень-
шить давление распрессовки и
предупредить появление задиров на
сопрягающихся поверхностях. Пос-
ле отливки колесные центры отжи-
гают для снятия внутренних напря-
жений.

Бандаж является той частью ко-
леса, которая непосредственно
взаимодействует с рельсом. На не-
большую контактную поверхность
бандажа действуют большие силы
(от доли массы электровоза, сила
сцепления), бандаж воспринимает
динамические нагрузки, а при про-
скальзывании подвергается износу.
В связи с этим материал бандажа
должен обладать высокой проч-
ностью, чтобы сопротивляться изно-
су и смятию, и быть достаточно
вязким, чтобы выдерживать удар-
ные нагрузки. В то же время бан-
даж должен обрабатываться на ко-
лесно-токарных станках, так как
после достижения установленных
норм износа (проката) необходимо
восстанавливать его профиль.

Необходимые свойства бандаж-
ная сталь получает при введении
легирующих добавок и специальной
термообработки. Бандажи отече-
ственных электровозов изготовляют
из стали марки 60.

Основная поверхность катания
бандажа имеет конусность 1:20
(рис. 15), толщина нового бандажа
90 мм, толщина гребня 33 мм на
расстоянии 20 мм от его вершины.
Уклон 1:20 способствует центри-
рованию колесной пары в колее
и обеспечению более равномерного
износа поверхности катания. Уклон
1:7 предусмотрен для размеще-
ния наката мегалла, образующего-
ся вследствие пластических дефор-
маций.

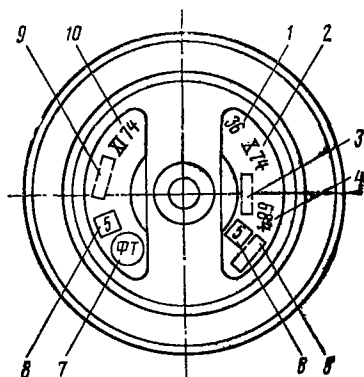


Рис. 13. Знаки и клейма на торце
оси колесной пары

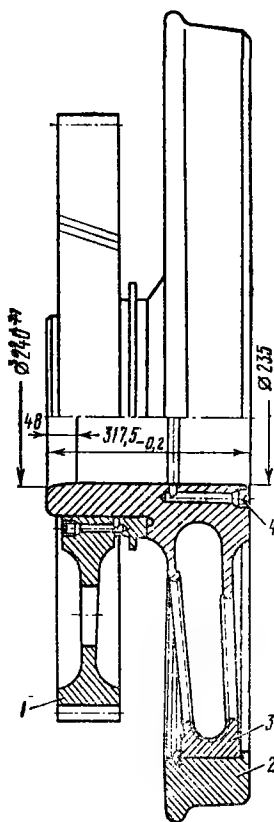


Рис. 14. Движущее колесо электро-
воза ВЛ10

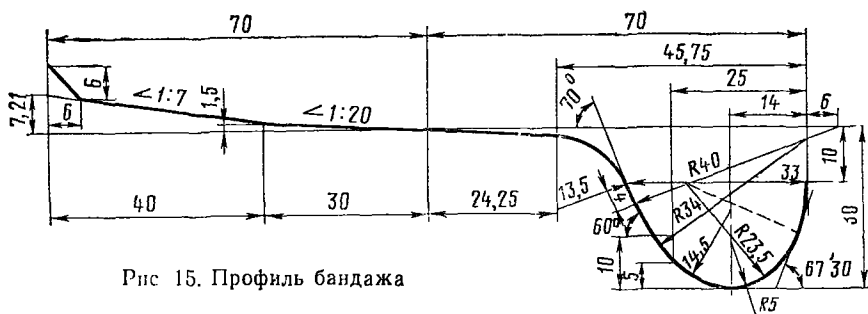


Рис. 15. Профиль бандажа

Ранее выпускавшиеся электровозы ВЛ8 и ВЛ23 имеют бандажи диаметром 1200 мм, диаметр подступичной части 220 мм, а наружный диаметр обода центра 1020 мм.

Колесные пары пассажирских электровозов ЧС2 и ЧС2^т. Конструктивные отличия от колесных пар грузовых электровозов обусловлены разницей в конструкции подвешивания тяговых двигателей и тяговых передач. Колесные центры 1 (рис. 16) литые спицевые (12 спиц 2); к внутреннему торцу удлиненной ступицы 5 болтами крепят маслоотражательное кольцо 6, а к коническому раструбу 3 — венец 4 зубчатого колеса. В ступицах колесных центров есть каналы для подачи масла при распрессовке, а на посадочной поверхности диаметром 228 мм — четыре концентрично расположенные и одна продольная канавки для лучшего распределения масла. Такие же канавки имеются и на внешней поверхности удлиненной части ступицы. Перед формированием колесной пары каж-

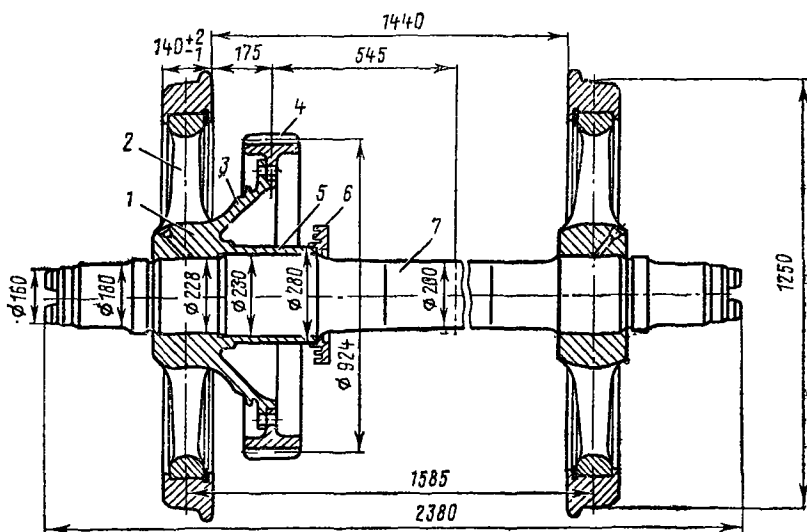


Рис. 16. Колесная пара электровоза ЧС2^т

дый колесный центр подвергают балансировке. Средняя часть 7 оси имеет диаметр 200 мм и переход от подступичной части (диаметр 230 мм) к средней выполнен коническим. Гребни бандажей средних колесных пар для лучшего вписывания тележек в кривые имеют меньшую толщину (23 мм).

Формирование колесных пар электровозов. Согласно ГОСТ 11018—64 формирование колесных пар производят напрессовкой или тепловым методом. Напрессовку зубчатых колес на колесный центр производят в холодном состоянии с силой 50—80 тс; перед напрессовкой посадочные поверхности протирают насухо и смазывают чистым растительным маслом, а привалочные торцовые поверхности зубчатого колеса и центра — суриком. При горячей посадке ступицу зубчатого колеса нагревают равномерно до тем-

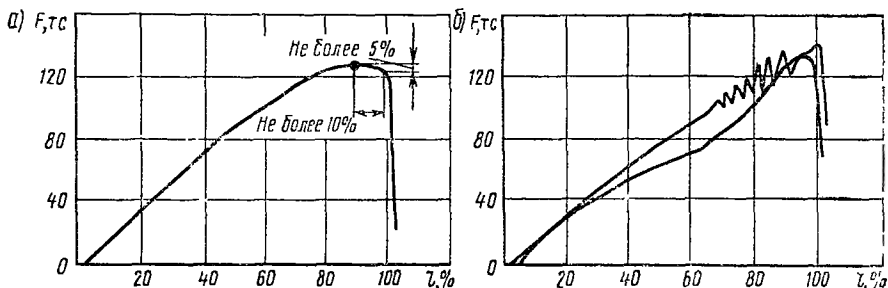


Рис. 17. Удовлетворительная (а) и неудовлетворительные (б) диаграммы сил запрессовки

пературы 200—250° С, натяг должен быть в пределах 0,25—0,33 мм. После горячей посадки для проверки прочности соединения к зубчатому колесу прикладывают вращающий момент $8,5 \pm 0,5$ тс·м; контроль положения зубчатого колеса проверяют по общей риске.

Бандаж на обод колесного центра насаживают нагретым до температуры 250—320° С, причем неравномерность нагрева допускается не более 50° С; натяг должен быть 1—1,5 мм на каждые 1000 мм диаметра. Бандаж насаживают до упора буртом в торец обода колесного центра, затем заводят бандажное кольцо (при температуре бандажа не менее 200° С) и обжимают бурт бандажа на станке (температура бандажа должна быть не менее 150° С). Плотность установки бандажа и кольца проверяют постукиванием молотком.

Колесо в собранном виде (см. рис. 14) напрессовывают на ось силой F , равной 110—150 тс, натяг не должен превышать 0,22 мм. Качество прессового соединения контролируют по диаграмме запрессовки (рис. 17); она должна иметь одностороннюю выпуклость вверх, допускается понижение силы F запрессовки (в конце запрессовки) до 5% на длине l не более 10%. Качество теплового соединения контролируют на гидравлическом прессе путем трехкратного приложения осевой силы 65 ± 5 тс на каждые 100 мм диаметра подступичной части оси; одновременно ведут регистрацию процесса.

У новых грузовых электровозов допускается разница в диаметрах бандажей одной колесной пары не более 0,5 мм и у комплекта колесных пар одного электровоза не более 2 мм.

Виды, сроки, порядок осмотра, освидетельствования, ремонта и формирования колесных пар регламентированы Инструкцией по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и электросекций (ЦТ/2306).

§ 7. Буксовые узлы

Через буксовый узел от рамы тележки на колесные пары передаются вертикальные нагрузки, а от колесных пар на раму тележки — горизонтальные продольные и поперечные силы. Передача вертикальных сил происходит через упругие элементы буксового (или 1-й ступени) подвешивания и буксы; для передачи горизонтальных сил, обеспечения вертикальных перемещений рамы тележки относительно колесной пары и параллельности осей колесных пар предназначены буксовые направляющие. Для уменьшения горизонтального воздействия на путь буксовые направляющие должны создавать упругую связь между колесной парой и рамой тележки в поперечном направлении.

Различают буксовые узлы с плоскими (ВЛ8, ВЛ23) и цилиндрическими (ЧС2, ЧС2^т) направляющими, а также с направляющими в виде поводков (ВЛ10, ВЛ11). На конструкцию корпуса буксы влияет тип буксовых направляющих и тип буксовых подшипников. С 1957 г. в буксах отечественных электровозов устанавливают только подшипники качения; буксовые подшипники качения применены также на электровозах ЧС2, ЧС2^т. Роликовые подшипники по сравнению с подшипниками скольжения имеют ряд преимуществ: меньше сопротивление движению электровоза (особенно при трогании), расход смазки уменьшается в 5—10 раз, экономятся цветные металлы (бронза, баббит), не требуется повседневный уход в эксплуатации, уменьшаются свободные разбеги колесной пары, повышается надежность буксового узла. Применяют роликовые подшипники двух типов: с цилиндрическими (ВЛ10, ВЛ11, ВЛ8) и сферическими или бочкообразными (ВЛ8, ВЛ23, ЧС2, ЧС2^т) роликами. Подшипники могут быть однорядными и двухрядными; в буксах устанавливают два однорядных или один, а иногда и два двухрядных роликовых подшипника.

На крышках букс устанавливают токоотводящие (заземляющие) устройства и привод скоростемера.

Буксовый узел электровозов ВЛ10 и ВЛ11. Букса 4 (рис. 18) соединена с большим 5 и малым 1 кронштейнами рамы 3 тележки двумя буксовыми поводками 2. Вертикальная нагрузка передается от рамы на колесные пары через стойки 6, пружины 7, рессору 8, подвешенную к проушинам буксы 4, и буксу. Относительные перемещения между рамой тележки и колесной парой сопровождаются поворотом поводков в вертикальной (при вертикальных колебани-

ях) и горизонтальной (при поперечных перемещениях) плоскостях.

Каждый поводок (рис. 19) состоит из литого корпуса или тяги 2, двух сайлентблоков и торцовых резино-металлических шайб 6. Сайлентблок состоит из валика 5 диаметром 65 мм и одной или двух резино-металлических втулок. Резиновая втулка 9 запрессована в стальную 8, а валик запрессован в резино-металлическую втулку. Сайлентблоки запрессованы в корпус поводка, а на трапецеидальные концы валиков установлены торцовые шайбы 6. Положение шайб относительно корпуса поводка фиксировано штифтами 7. Концы валиков входят в трапецеидальные пазы кронштейнов 4 рамы и приливы 1 корпуса буксы и затягиваются болтами 3. Поэтому при перемещениях буксы валики одного поводка остаются параллельными и не вращаются, а поворот поводка сопровождается деформацией резины втулок и торцовых шайб, т. е. все относительные перемещения происходят без внешнего трения и износа деталей поводков.

Корпус 3 (рис. 20) буксы отливают из стали 25Л-11; он имеет цилиндрическую форму, две пары приливов для крепления поводков и два прилива внизу для подвешивания рессоры. Внутри корпуса помещены два однорядных подшипника 4 с цилиндрическими роликами,

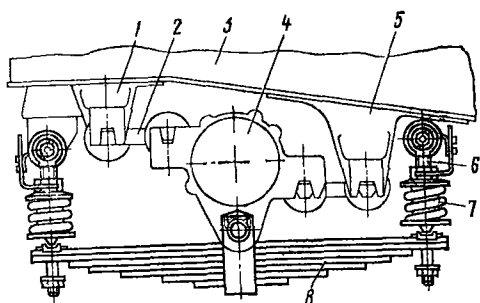


Рис. 18. Буксовый узел электровоза ВЛ10

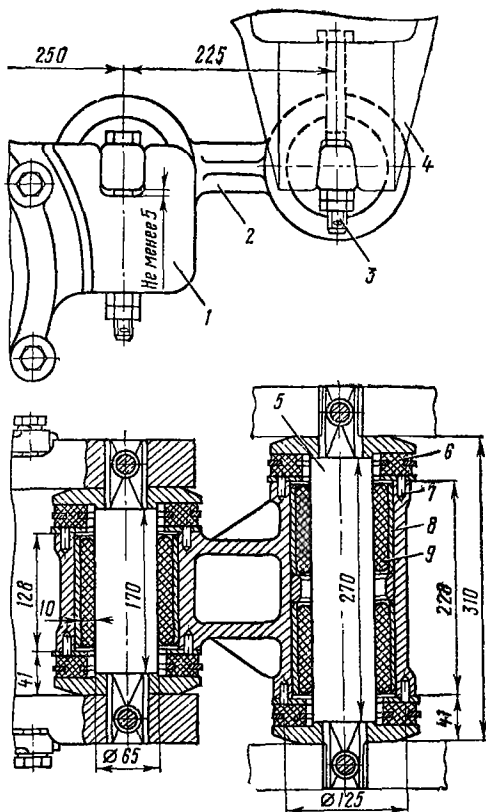


Рис. 19. Буксовый поводок

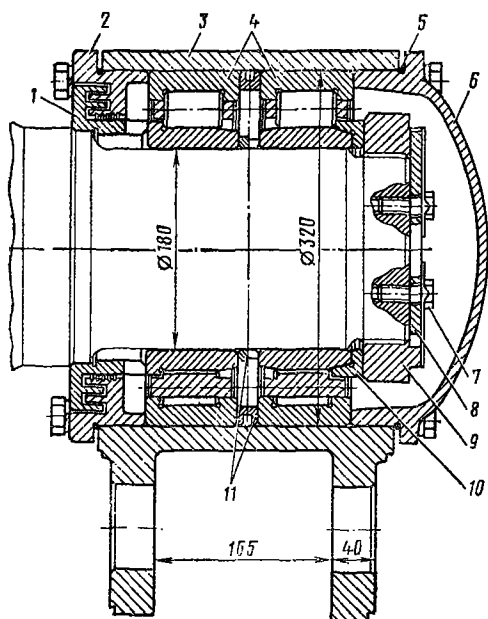


Рис. 20. Букса электровоза ВЛ10

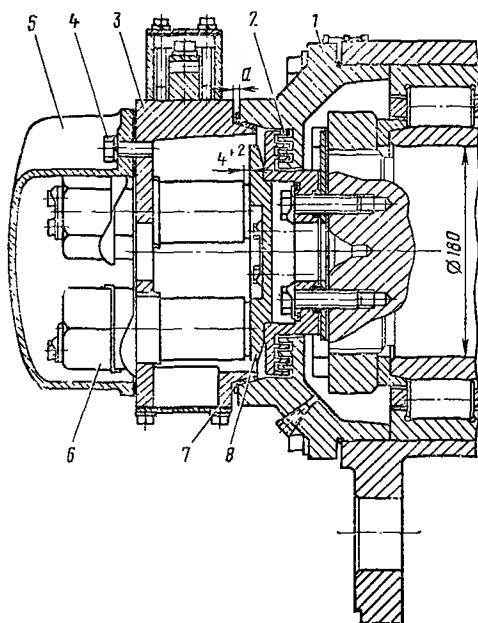


Рис. 21. Букса с токоотводящим устройством

разделенные дистанционными кольцами 11. Наружные кольца подшипников имеют скользящую посадку в корпусе буксы (зазор 0,09 мм), а внутренние насаживают на шейку оси в горячем состоянии (нагрев в масле до температуры 100—120° С) с натягом 0,04—0,06 мм (горячая посадка).

Монтаж буксы производят в такой последовательности. На предподступичную часть оси насаживают в нагретом состоянии (нагрев в масле до температуры не более 150° С) с натягом 0,07—0,145 мм заднее упорное кольцо 1, заполняют лабиринтные канавки смазкой и надевают заднюю крышку 2, монтируют внутреннее кольцо заднего подшипника, малое дистанционное кольцо и внутреннее кольцо переднего подшипника. В корпус буксы устанавливают наружные кольца с роликами и большое дистанционное кольцо и нажимают на внутренние кольца. Затем на ось ставят фасонное упорное кольцо 10, которое закрепляют гайкой 9; положение гайки фиксируют планкой 8, устанавливаемой в пазу оси и закрепляемой двумя болтами 7. Переднюю 6 и заднюю 2 крышки крепят к корпусу болтами. Осевой люфт двух подшипников (разбег буксы) должен быть 0,5—1,0 мм; его регулируют толщиной дистанционных колец. Радиальный зазор подшипников в свободном состоянии 0,110—0,175 мм.

Между крышками и корпусом буксы имеется уплотнение 5 из специального резинового кольца или двух-трех витков шпата, а выточки в задней крышке и кольцо 1 образуют лабиринт, предохраняющий от вытекания смазки из буксы. Крышки литые; они не только защищают внутреннюю полость буксы от попадания инородных тел, но обеспечивают фиксацию наружных колец подшипников и передачу горизонтальных сил от подшипников на корпус буксы.

В процессе монтажа внутреннее пространство буксы заполняют консистентной смазкой ЖРО ТУ32ЦТ520-73. Общее количество смазки 3,5—4,0 кг, причем свободный объем передней части буксы должен быть заполнен не более чем на $\frac{1}{3}$. Избыток смазки вызывает чрезмерный нагрев подшипников.

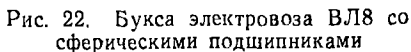
Для предохранения буксовых подшипников от прохождения тока тяговых двигателей применяют буксы с токоотводящим устройством. К передней крышке 1 (рис. 21) корпуса буксы болтами крепят корпус 3 токоотводящего устройства, закрытый крышкой 5, закрепленной болтами 4. Токоотводящее устройство состоит из двух щеткодержателей 6 со щетками и контактного диска 8. Щеткодержатель выполнен в виде стакана; внутри находится пружина. Чтобы смазка из буксы не попадала в токоотводящее устройство, между ним и корпусом буксы установлено лабиринтное кольцо 2, кольцевые выступы которого входят в пазы крышки буксы.

Для того чтобы обеспечить изоляцию токоотводящих частей от заземленных, между крышкой 1 буксы и корпусом 3 токоотводящего устройства ставится фасонная изолирующая прокладка 7; зазор *a* должен быть не менее 3 мм. Болты, которыми крепят корпус к крышке, не соприкасаются с корпусом: между ними установлены изолирующие втулки. Стопорные шайбы не должны касаться корпуса токоотводящего устройства. Для надежной работы устройства необходимо, чтобы торцовое бисие контактного диска 8 не превышало 0,5 мм при полностью выбранном осевом люфте буксовых подшипников.

Буксовый узел электровозов ВЛ8. На электровозах ВЛ8 и ВЛ23 буксовые узлы имеют плоские направляющие, образованные или вырезами в продольных балках брусовых рам (ВЛ23) или стойками литых рам (ВЛ8). Вертикальная нагрузка на буксу (рис. 22) электровоза ВЛ8 передается от рамы через рессору, пружины 11 и нижнюю обойму 12. Горизонтальные продольные силы воспринимаются плоскостями направляющих, а поперечные — буртами 16 корпуса 8, охватывающими направляющие рамы.

Электровозы ВЛ8, выпускавшиеся в 1957—1962 гг., а также электровозы ВЛ23 имели буксы со сферическими подшипниками; с 1963 г. стали устанавливаться два однорядных цилиндрических подшипника. Сферические подшипники 1 двухрядные с втулочной посадкой на шейку оси. Каждый ряд подшипников установлен в отдельном сепараторе. Внутреннее кольцо имеет две беговые дорожки, разделенные буртом; беговая дорожка наружного кольца описана большим диаметром, чем диаметр образующей сферических

Сборку буксы производят в следующем порядке. Устанавливают упорное кольцо 10 на предподступичную часть оси и надевают заднюю крышку 9 буксы. Затем надевают задний подшипник на шейку оси; пространство между роликами со стороны задней крышки должно быть заполнено на $\frac{2}{3}$ смазкой. Для закрепления подшипника запрессовывают втулку 2, при этом необходимо обеспечить плотное прилегание торца внутреннего кольца подшипника к торцу упорного кольца. Затем монтируют наружный подшипник, закрепляют втулку гайкой 7, устанавливают стопорную планку 5; крепящие планку болты 3 связывают проволокой 4. После заполнения смазкой пространства между подшипниками надевают корпус 8 буксы. Переднее пространство также заполняют (на $\frac{1}{3}$) смазкой и закрывают буксу передней крышкой 6. Во избежание осевого защемления подшипники в корпусе устанавливают с осевым разбегом 0,5—1,0 мм, радиальный зазор у новых подшипников 0,17—0,23 мм. Для пополнения смазки без снятия передней крышки в корпусе имеется канал, закрываемый пробкой 15.



Грани корпуса буксы, соприкасающиеся с направляющими, снабжены приваренными сменными закаленными накладками 14, к которым для уменьшения износа по фитилю подается смазка из резервуара 13, закрытого крышкой. Наибольший суммарный зазор между накладками и направляющими не должен превышать 6 мм. Зазоры приводят к перекосам колесных пар, увеличению износа бандажей, ухудшению динамических и тяговых свойств электровоза. Трение в буксовых направляющих приводит к дополнительному изменению вертикальной нагрузки колесной пары на рельсы, что также ухудшает тяговые свойства. Поэтому на современных электровозах такую конструкцию направляющих не применяют.

Буксовый узел электровоза ЧС2. Он характеризуется применением цилиндрических направляющих 4 (рис. 23), запрессованных во втулки 3, вваренные в продольные балки 1 рамы тележки, и закрепленных гайками. Цилиндрическая шлифованная часть направляющей входит в прилив корпуса 12 буксы 2. Между корпусом буксы и направляющей находятся резино-металлическая втулка 6 и бронзовый (или сталебронзовый) стакан 18. Резино-металлическая втулка, запрессованная в прилив корпуса буксы, состоит из двух стальных втулок, между которыми находится привулканизированная к ним резиновая втулка. Резина обеспечивает некоторую амортизацию ударов и небольшие (1—1,5 мм) горизонтальные перемещения буксы относительно рамы, а также изолирует буксу от рамы тележки. В стакан 18, запрессованный в резино-металлическую втулку, заливают масло для смазки трущихся поверхностей направляющей и стакана. Ко дну стакана привернута трубка 19, через которую пополняют необходимый запас смазки. Она закрыта пробкой со шупом, предназначенным для проверки уровня смазки. Резиновый чехол 5 защищает трущиеся поверхности от попадания пыли и грязи.

Вертикальная нагрузка на буксу передается через пружины 7 и рессору 17, подвешенную к буксе, а горизонтальные силы — через цилиндрические буксовые направляющие.

В буксе установлен один двухрядный подшипник 13 со сферическими роликами, имеющий втулочную посадку. В задней крышке 11 сделана выточка для войлочного уплотнения 9, которое прижато к лабиринтной втулке 8, насаженной в нагретом состоянии на предподступичную часть оси. Между втулкой, крышкой и подшипником установлено дистанционное кольцо 10, имеющее коническую поверхность. Под действием центробежной силы смазка, попавшая на эту поверхность, отбрасывается во внутреннее пространство корпуса буксы.

Конструкция передних крышек 14 различна у букс с токоотводящим устройством (по одной буксе на 1, 3, 4 и 6-й колесных парах), с приводом к скоростемеру (1-я и 6-я колесные пары) и с центробежным регулятором скорости (3-я колесная пара). У букс без специальных устройств крышки имеют отверстия для проверки подшипника; эти отверстия закрывают малыми крышками 15. Пополнение буксы смазкой производят через масленку 16.

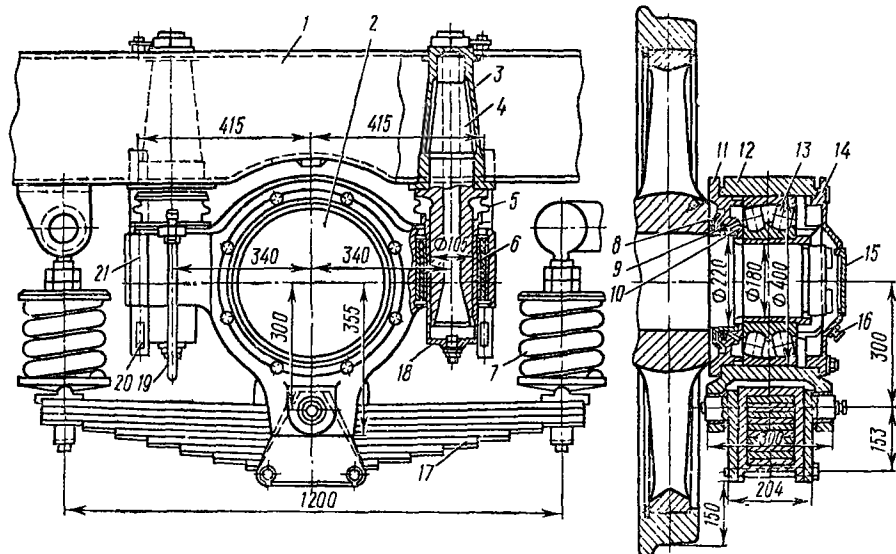


Рис. 23. Буксовый узел электровоза ЧС2

Буксы, расположенные со стороны зубчатой передачи, называют неподвижными; они не имеют свободного поперечного разбега, так как наружное кольцо подшипника зажато между крышками буксы. У свободной буксы между каждой крышкой и кольцом подшипника предусмотрены зазоры по 3 мм. Это позволяет компенсировать монтажные неточности и предупреждать заклинивание подшипников при температурных деформациях оси.

Чтобы избежать соскальзывания буксы с направляющих при подъеме тележки, буксовые узлы имеют предохранительное устройство, состоящее из планок 21 (по две с каждой стороны буксы), в отверстия которых вставлены скобы 20. На эти скобы опираются приливы корпуса буксы при подъеме тележки.

§ 8. Подвешивание тележек

Основное назначение подвешивания заключается в смягчении ударов, появляющихся при прохождении неровностей пути, распределении и выравнивании нагрузок между колесными парами и колесами. Для смягчения (амортизации) ударов в подвешивании имеются упругие элементы — рессоры и пружины.

Рессорой называется упругая деталь, собранная из отдельных полос или листов. Рессору изготавливают из катаной желобчатой или гладкой рессорной стали марки 55С2 или 60С2. Листы имеют различную длину; верхние листы равной длины называют коренными, а остальные — наборными. После нарезки и механической обра-

ботки листам придают кривизну, а затем их подвергают термической обработке (закалке с отпуском). Перед сборкой рессоры на листы наносят графитовую смазку, производят сборку и надевают нагретый хомут, который затем обжимают на прессе.

Упругие свойства рессоры характеризуются жесткостью (или гибкостью), а деформация под нагрузкой — прогибом. В зависимости от прогиба под расчетной нагрузкой рессоры делят на группы; на тележку устанавливают рессоры одной группы.

Графитовая смазка уменьшает коэффициент трения между листами и предохраняет листы от коррозии. Однако в эксплуатации смазка высыхает и наблюдается коррозия листов. Это приводит к изменению упругих свойств рессоры и характеристик подвешивания тележки. Трение между листами способствует гашению колебаний, поэтому рессора (в отличие от пружин) характеризуется демпфирующими свойствами.

Пружина — это упругая деталь, изготовленная путем навивки. Пружины изготовляют из прутков круглого сечения; материал — сталь 55С2 или 60С2. В отличие от рессор пружина не имеет внутреннего трения и не обладает демпфирующими свойствами. Однако пружина характеризуется большой гибкостью и поэтому хорошо амортизирует небольшие удары. Пружины обычно применяют совместно с рессорами.

Различают независимое (индивидуальное) и сопряженное (сбалансированное) подвешивание. Если нагрузка передается на каждую буксу через упругие элементы, не связанные с упругими элементами соседних колесных пар, то такое подвешивание называют независимым (ВЛ10, ВЛ11). При независимом подвешивании на нагрузку от колес на рельсы влияет правильность развески, состояние элементов подвешивания, колебания подрессоренных масс и др. Неравенство статических нагрузок приводит к ухудшению использования сцепного веса, уменьшению наибольшей развиваемой силы тяги. Поэтому в эксплуатации необходима проверка правильности развески электровоза.

При сопряженном подвешивании упругие элементы двух или трех колесных пар соединяют между собой балансирами, что способствует выравниванию нагрузок колесных пар. Эффект выравнивания тем больше, чем меньше масса балансира и меньше трение в шарнирах системы подвешивания.

Группа упругих элементов, соединенных между собой, создает условную точку подвешивания. Так, упругие элементы, находящиеся в одном буксовом узле при независимом подвешивании, создают одну точку подвешивания. Одну точку подвешивания дают упругие элементы двух или трех буксовых узлов, если эти элементы связаны балансирами.

Подвешивание тележек электровоза ВЛ10. Подвешивание независимое, четырехточечное: в каждом буксовом узле имеются рессора и две пружины (см. рис. 18), образующие условную точку подвешивания.

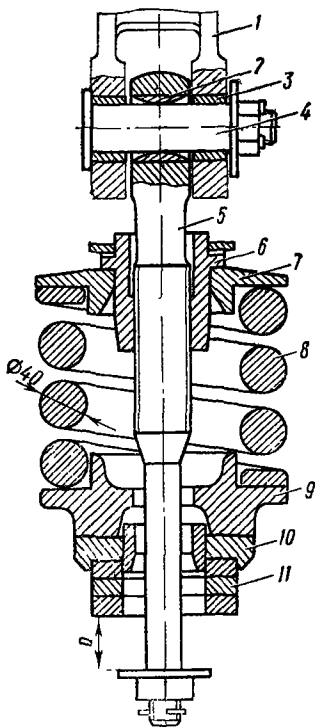


Рис. 24 Опора рамы тележки электровоза В.110 на рессору

Нагрузка на рессору 11 (рис. 24) от кронштейна 1 рамы тележки передается через валик 4, стойку 5, гайку 6, шайбу 7, пружину 8, опору 9 и подкладку 10. Втулки 2 и 3 после запрессовки завальцовывают с обеих сторон. Перед сборкой валик и опорные поверхности гайки и шайбы смазывают универсальной смазкой УС-2. Отклонение рессоры от горизонтального положения не должно превышать 20 мм, а перекося стойки относительно вертикали не более 15 мм по всей ее длине. Размер a после окончательной развески должен быть не менее 15 мм.

Подвешивание тележек электровоза ВЛ8. Сопряженное подвешивание (рис. 25) состоит из рессор 4, комплектов пружин 2, балансиров 5, подвесок 7, соединительных чек 8, накладок 9, верхней 3 и нижней 1 обойм. Нагрузка от рамы тележки передается через наружные подвески, балансир и внутренние подвески сначала на рессоры, а от них через комплекты пружин на буксы. Тележка имеет две условные точки подвешивания, находящиеся в валиках балансиров; устойчивость обеспечивается системой опор кузова. Обоймы литые; верхняя обойма имеет гнездо для уста-

новки хомута рессоры, шипы и гнезда для фиксации пружин; нижняя обойма имеет такие же шипы и гнезда, а со стороны буксы — выступы, которыми опирается на буксу. Обоймы имеют ограничители сжатия пружин. Балансир литой, двутаврового сечения. Нагрузка на него передается через опору, находящуюся на верхней полке двутавра, а валик предохраняет балансир от соскакивания. Зазор между балансиром и рамой должен быть не менее 50 мм.

Подвешивание тележек электровозов ЧС2 и ЧС2т. Первая тележка имеет четырехточечное, а вторая двухточечное подвешивание; устойчивость второй тележки создается межтележечным сочленением. У первой тележки упругие элементы подвешивания 1-й колесной пары соединены только с рамой тележки (рис. 26, а), а у 2-й и 3-й колесных пар сбалансированы. Упругие элементы второй тележки каждой стороны сбалансированы (рис. 26, б). Вертикальная нагрузка от рамы 3 тележки передается непосредственно или через балансиры 2 на пружины 5, затем на рессоры 1, а от рессор — на буксы 4.

Опора рамы тележки на рессору показана на рис. 27, а. К продольной балке 1 рамы тележки приварен кронштейн 2, который

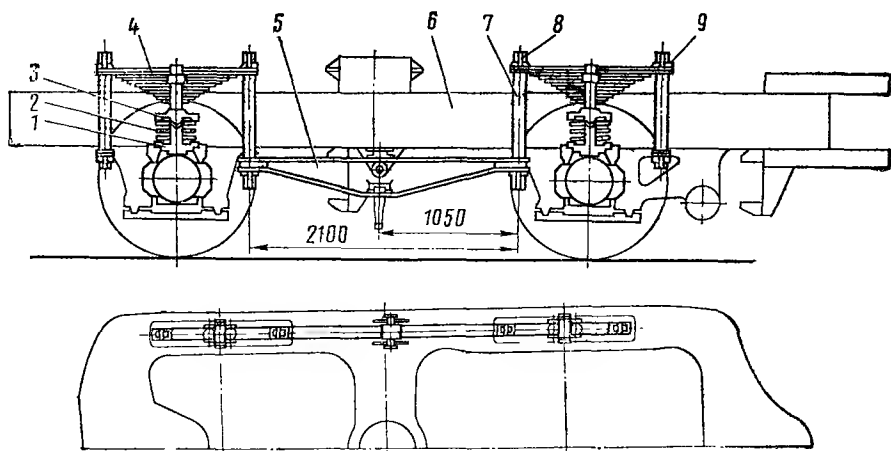


Рис. 25. Подвешивание тележки электровоза ВЛ8

валиком 3 соединен со стойкой 13. Втулки 14, изготовленные из силона, износоустойчивы и изолируют стойку (и буксовые подшипники) от прохождения тока. Нагрузка от стойки на пружину 7 передается через гайку 5 и опорную шайбу 6. Положение гайки 5 фиксировано контргайкой 4. Пружина опирается на нижнюю опорную шайбу 8, между шайбой и рессорой 10 размещена подкладка 9. На стойку надета износоустойчивая и изолирующая втулка 11, удерживаемая шайбой и гайкой 12. Валик 3 смазывается консистентной смазкой из масленки 15. Рессора подвешена к приливам 18 (рис. 27, б) корпуса буксы с помощью шек 16 с цапфами 17. Хомут

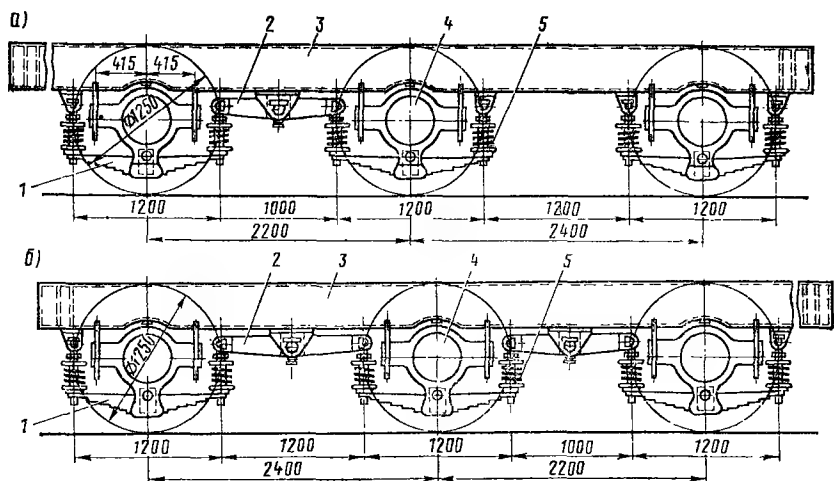


Рис. 26. Подвешивание тележек электровоза ЧС2 передней (а), задней (б)

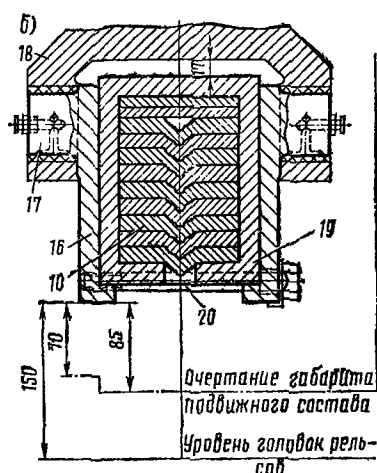
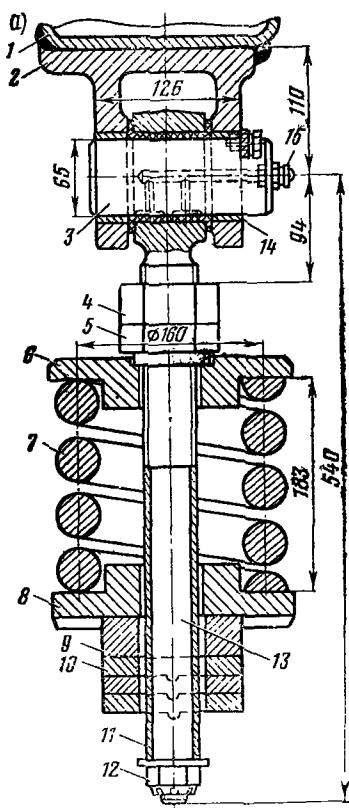


Рис. 27. Опора рамы тележки электровазона ЧС2 на рессору (а) и узел подвешивания рессоры (б)

19 рессоры опирается на нижние выступы шек, которые внизу стянуты двумя болтами 20. Для смазывания на цапфах установлены масленки.

Балансиры соединены с кронштейнами рамы тележки валиками. Конструкция опоры балансира на рессору подобна изображенной на рис. 27, а.

§ 9. Подвешивание тяговых двигателей и тяговые передачи

Для передачи вращающего момента от вала тягового двигателя на колесную пару применяют тяговые передачи. На грузовых электровазонах, конструкционная скорость которых 100—110 км/ч, обычно применяют опорно-осевое подвешивание двигателей, при котором двигатель одной стороной через моторно-осевые подшипники жестко опирается на ось колесной пары, а другой упруго связан с рамой тележки. При опорно-осевом подвешивании вращающий момент на колесную пару передается через тяговую зубчатую передачу, состоящую из шестерни, насаженной непосредственно на вал

тягового двигателя, и зубчатого колеса, находящегося на колесной паре. На грузовых электровозах обычно применяют двусторонние передачи, т. е. шестерни насаживают на оба конца вала двигателя. Недостаток опорно-осевого подвешивания заключается в том, что удары, воспринимаемые колесной парой, жестко передаются на двигатель через моторно-осевые подшипники и зубчатое зацепление; кроме того, так как часть массы двигателя (примерно половина) передается жестко на колесную пару, то значительно увеличиваются масса неподрессоренных частей и динамические нагрузки на путь. Однако опорно-осевое подвешивание получило широкое распространение вследствие простой конструкции тяговой передачи.

На пассажирских электровозах, конструкционные скорости которых 120 км/ч и выше, используют рамное подвешивание двигателей, при котором двигатель жестко крепят к раме тележки, т. е. он является полностью поддрессоренным. Тяговая передача при рамном подвешивании двигателя состоит из зубчатой передачи и механизма, воспринимающего относительные перемещения между двигателем и колесной парой. Тяговые передачи пассажирских электровозов односторонние.

При односторонней передаче ось колесной пары подвергается действию крутящего момента; при двусторонней — средняя часть оси практически разгружена от передачи вращающего момента. Однако для равномерного распределения вращающего момента двигателя при двусторонней передаче необходимо принимать специальные меры: применять упругие передачи или передачи с косым зубом. Выравнивание нагрузок при косозубых передачах, имеющих разнонаправленный скос зубьев, происходит следующим образом. Если сначала в зацеплении находится передача с одной стороны двигателя, то появляется горизонтальная сила, которая сдвигает тяговый двигатель в сторону до вступления в зацепление передачи другой стороны. Это поперечное перемещение двигателя продолжается до тех пор, пока горизонтальные силы обеих сторон не станут равными, т. е. пока не наступит выравнивания передаваемых вращающих моментов каждой стороны.

На электровозах ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11 и ВЛ23 применяют жесткие косозубые, а на ЧС2 и ЧС2^г жесткие прямозубые передачи.

Основными параметрами зубчатой передачи являются: начальные окружности зубчатых колес, передаточное число, модуль, угол зацепления, шаг и межцентровое расстояние.

Начальная окружность — это расчетная (условная) окружность, по которой как бы происходит соприкосновение зубьев колес, находящихся в зацеплении. По начальной окружности нормируют и проверяют толщину зуба. Передаточное число — это отношение диаметров начальных окружностей (или чисел зубьев) зубчатого колеса и шестерни, оно показывает, во сколько раз частота вращения колесной пары меньше, а вращающий момент больше, чем частота вращения и вращающий момент якоря тягового двигателя.

Модуль зубчатого колеса (шестерни) представляет собой отношение диаметра начальной окружности к числу зубьев; модуль

ляется показателем размера зуба. Форма поверхности зуба характеризуется углом зацепления. Чем больше угол зацепления, тем шире нижняя часть зуба и уже его вершина.

Расстояние между одинаковыми точками двух смежных зубьев, измеренное по начальной окружности, называется шагом зубчатой передачи. Расстояние между центрами начальных (делительных) окружностей зубчатого колеса и шестерни называется межцентровым расстоянием.

Опорно-осевое подвешивание тяговых двигателей и передача при опорно-осевом подвешивании. При опорно-осевом подвешивании тяговый двигатель одной стороной с помощью специальной конструкции подвешен к поперечной балке рамы тележки, а другой опирается на ось колесной пары. На отечественных электровозах постоянного тока применяют две конструкции связей двигателя с рамой тележки: маятниковое и траверсное подвешивание.

На электровозах ВЛ10, ВЛ11 применено маятниковое подвешивание тяговых двигателей. К шкворневой балке рамы тележки шарнирно с помощью валика 9 (рис. 28) прикреплена подвеска 4. Валик от выпадания защищен плашками, одна из которых приварена, а другая закреплена болтами. Для уменьшения износа в подвеску и приливы 10 шкворневой балки запрессованы втулки 8 из марганцовистой стали Г13Л. Нагрузка от массы тягового двигателя, а также при его колебаниях передается на подвеску через кронштейн 6, резиновые 1 и стальные шайбы 2 и 5. Литой кронштейн 6 болтами 7 прикреплен к остоу тягового двигателя 11. В свободном состоянии резиновые шайбы имеют высоту 80 мм. При монтаже гайкой 3 создается предварительное сжатие (на 25 мм). Для предупреждения падения двигателя на путь в случае обрыва подвески или поломки кронштейна предусмотрены приливы на остоу двигателя и шкворневой балке.

Монтаж подвешивания производят в следующем порядке. На кронштейны тяговых двигателей укладывают верхние резиновые и стальные шайбы, после чего опускают раму с закрепленными подвесками; при этом подвески должны войти в отверстия в шайбах. Затем заводят нижние резиновую и стальную шайбы и закрепляют корончатой гайкой; затяжку гайки производят до упора стальной шайбы в кольцевой бурт подвески. Перед монтажом валик смазывают универсальной смазкой УС-2, а опорные поверхности под резиновые шайбы припудривают тальком.

Траверсное подвешивание двигателей применено на электровозах ВЛ18 и ВЛ23. Упругими элементами являются пружины 1 (рис. 29), размещенные между двумя балочками: верхней 2 и нижней 13 с приваренными к ним накладками 7 из износостойкой или закаленной стали. Для обеспечения устойчивости траверсы имеют два стержня 6 и направляющие втулки 12. На концах балочек сделаны отверстия 8 для пропуска монтажных болтов, создающих предварительный натяг. Собранную, сжатую под прессом и стянутую монтажными болтами траверсу устанавливают сбоку в прост-

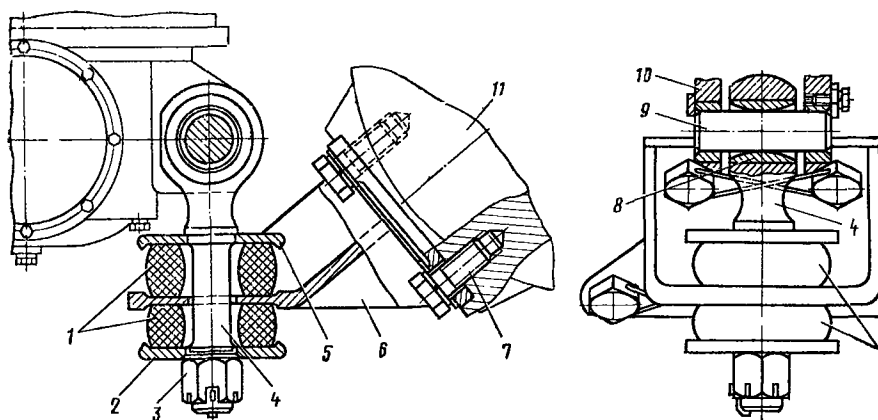


Рис. 28. Маятниковое подвешивание тягового двигателя

ранстве между кронштейнами 5 и 9 поперечной балки рамы тележки и приливами (носиками) 4 и 11 остова двигателя так, чтобы отверстия в кронштейнах и балочках совпадали. После этого снизу ставят стержни 6 и поддерживающие пластины 10, которые крепят болтами к кронштейнам 9. Гайки стяжных болтов ослабляют (зазор между гайкой и балочкой должен быть около 5 мм) или удаляют болты.

В случае излома пружин или обрыва носика двигателя он будет опираться предохранительными приливами 3 на кронштейны рамы тележки. Недостаток конструкции траверсного подвешивания заключается в износе направляющих стержней в местах соприка-

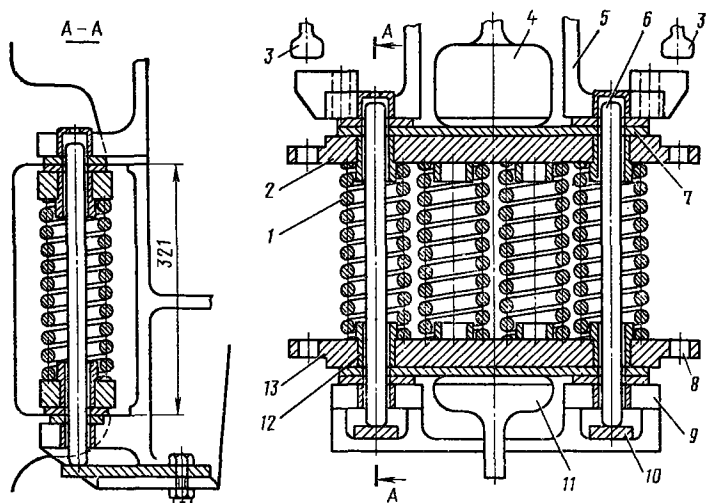


Рис. 29. Траверсное подвешивание

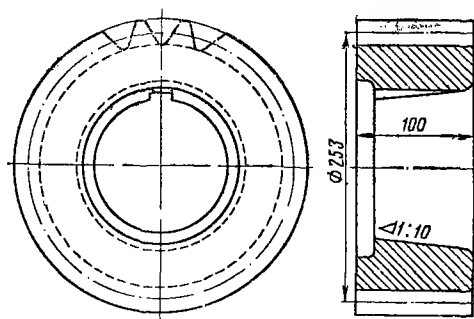


Рис. 30. Шестерня тяговой передачи электровоза ВЛ10

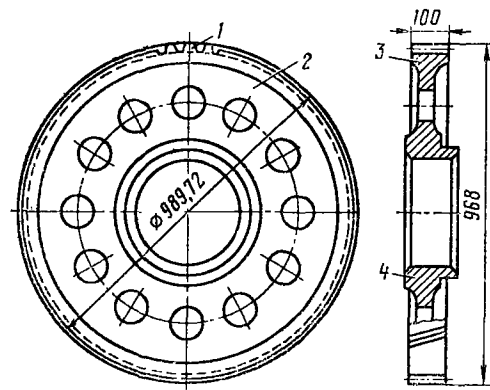


Рис. 31. Зубчатое колесо тяговой передачи электровоза ВЛ10

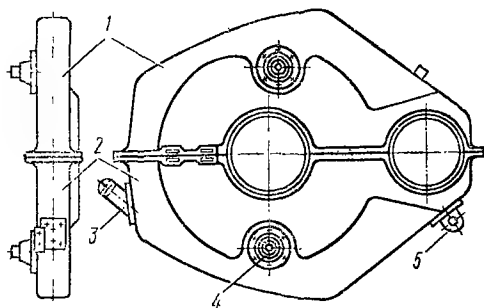


Рис. 32. Кожух тяговой передачи электровоза ВЛ10

сания с втулками, накладок верхней и нижней балочек и кронштейнов. На ось колесной пары двигатель опирается в двух местах через моторно-осевые подшипники, которые размещены в приливах остова тягового двигателя.

Зубчатая передача электровоза ВЛ10 жесткая косозубая двусторонняя. Шестерня (рис. 30) изготовлена из поковки хромо-никелевой стали марки 20ХНЗА. После механической обработки шестерню подвергают нитроцементации на глубину 1,6—2,4 мм и закалке. Для насадки шестерни на вал тягового двигателя она имеет коническое отверстие (конусность 1:10); на конической поверхности есть канавка шириной 20 мм для направляющей шпонки, а на торце шестерни — выточка для гайки, предохраняющей шестерню от сползания с конца вала. Перед насадкой конические поверхности вала и шестерни притирают так, чтобы общая поверхность контакта была не менее 85% (проверяют путем нанесения краски).

На конец вала якоря шестерню насаживают в нагретом состоянии (температура 150—180°С, нагрев только индукционный; нагрев в масле не допускается) с натягом 0,27—0,30 мм и закрепляют гайкой.

Зубчатое колесо (рис. 31) цельнокатаное, состоящее из ступицы 4, диска 2, обода 3 с зубьями 1, изготовля-

ют из стали 55 и подвергают объемной закалке с высоким отпуском. Все зубья подвергают дефектоскопированию.

Передаточное число зубчатой передачи 3,826 (число зубьев шестерни 23, зубчатого колеса 88), межцентровое расстояние 617,5 мм, угол зацепления 20° , угол наклона зубьев $24^\circ 37' 12''$.

Зубчатые колеса на электровозах ВЛ8 составные, состоящие из жестко соединенных между собой центра и венца; передаточное число 3,905.

Кожухи зубчатых передач на электровозах ВЛ10, ВЛ11 изготовлены из стеклопластика, а на электровозах ВЛ8 и ВЛ23 — сварные из листовой стали. Стеклопластиковый кожух (рис. 32) состоит из двух половин 1 и 2, соединенных между собой болтами. Масленка 3 прикреплена к кожуху болтами, устанавливаемыми (как и гайки) на эпоксидной смоле. Перед монтажом масленки под планку укладывают пять слоев стеклоткани, пропитанной полиэфирной смолой. Стальные бобышки 4 для крепления кожуха к остоу двигателя и крошштейн 5 также устанавливают на эпоксидной смоле, причем зазоры между шпильками и стенками кожуха заполняют стекложгутом ЖС-1 на эпоксидной смоле. Наружные поверхности кожуха покрывают черной эмалью ПФ-115. В каждый кожух заливают 4 кг осерненной смазки марки 3 (зимой) или Л (летом). Контроль уровня смазки производят через масленку 3 с помощью указателя.

Кожух зубчатой передачи (рис. 33) электровоза ВЛ8 состоит из двух половин 1 и 2, скрепленных болтами. Около разъемных кромок приварены уплотняющие накладки; в пазах накладок верхней половины уложены войлочные уплотнения. Войлочные уплотнения имеют и горловины кожуха. В верхней половине кожуха над малой шестерней имеется отверстие, закрываемое крышкой, для заливки смазки; отверстие снабжено металлической сеткой. К нижней половине кожуха приварена трубка 3, сообщающаяся с внутренней полостью и закрываемая гайкой со щупом. На щупе сдела-

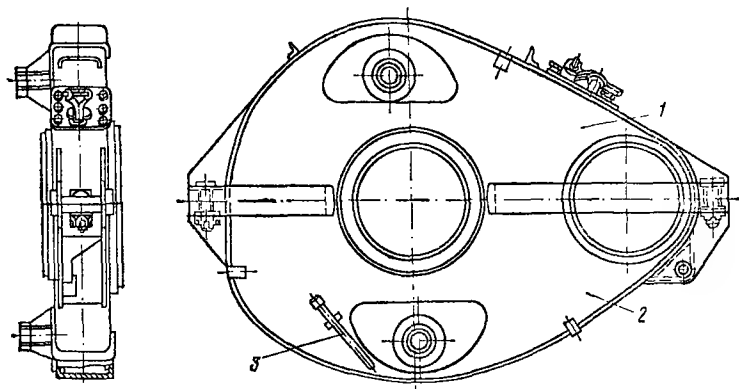


Рис. 33. Кожух тяговой передачи электровоза ВЛ8

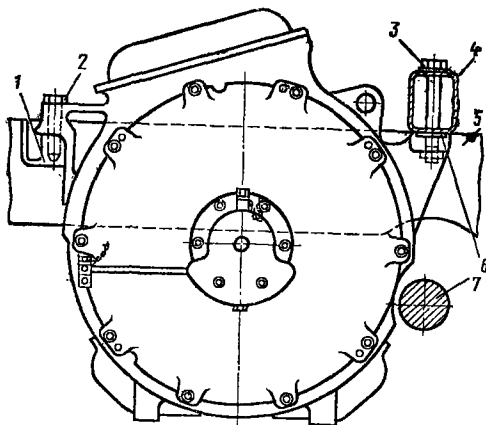


Рис. 34. Рамное подвешивание тягового двигателя

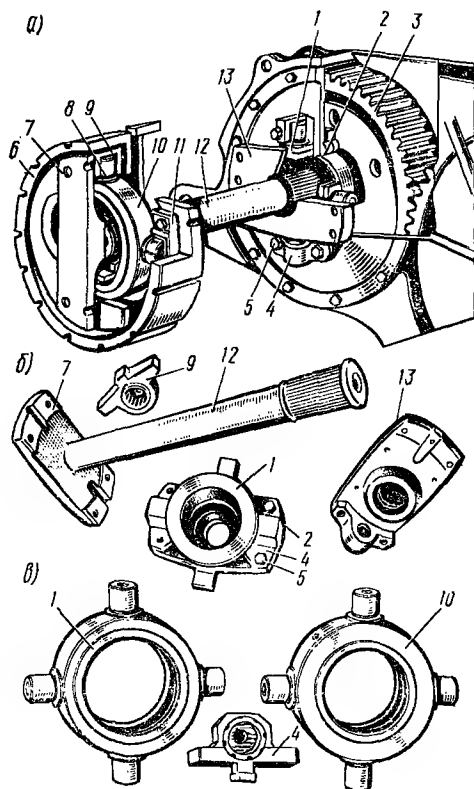


Рис. 35. Карданный вал тяговой передачи электровоза ЧС2

ны две риски, указывающие наименьший и наибольший допустимые уровни смазки.

Зазор между кожухом и шестерней должен быть не менее 7 мм; его регулируют дистанционными шайбами, помещаемыми между кожухом и остовом двигателя в местах крепления к остову. При монтаже зубчатых передач необходимо проверить свес шестерни относительно зубчатого колеса (не более 4 мм), зазор между поверхностями зубьев шестерни и зубчатого колеса (0,34—0,67 мм) и радиальный зазор в передаче (не менее 2,5 мм).

Рамное подвешивание тягового двигателя и передачи при рамном подвешивании. На электровозах ЧС2, ЧС2т применено рамное подвешивание тягового двигателя. С каждой стороны остова двигателя имеются по два прилива, которыми он опирается с одной стороны на поперечную балку 1 (рис. 34) рамы тележки и крепится к ней болтами 2, а с другой — болтами 3 к специальной сварной поперечной балке 4, опирающейся на продольные балки 5 рамы тележки и расположенной над осью 7 колесной пары. Параллельность геометрических осей двигателя и колесной пары достигается с помощью дистанционных прокладок 6, устанавливаемых под приливы остова.

Тяговая передача электровоза ЧС2 состоит из следующих основных элементов: карданного вала

12 (рис. 35) с двумя карданными муфтами, цилиндра 6 и зубчатой передачи. Цилиндр 6 имеет на наружной поверхности 12 шлицевых канавок, в которые входят зубья, приваренные к полному валу якоря тягового двигателя со стороны коллектора. К торцевой стенке цилиндра болтами крепят два подшипника 11 (на рис. 35, а виден только один подшипник), в которые входят пальцы (цапфы) крестовины 10, расположенные (на рисунке) в горизонтальной плоскости. Два других пальца 8 крестовины, находящиеся в вертикальной плоскости, входят в подшипники 9, прикрепленные к поводку 7 карданного вала. Крестовина 10, поводок 7 и подшипники 9 и 11 образуют внутреннюю карданную муфту.

Карданный вал 12 (рис. 35, б) проходит внутри полого вала якоря и на другом конце (со стороны шестерни) имеет внешнюю карданную муфту. Эта муфта состоит из поводка 13, имеющего шлицевое соединение с карданным валом и закрепленного на нем кольцом и гайкой, крестовины 1 (рис. 35, в), поводка 2, который торцовыми шлицами и болтом соединен с шестерней 3, и четырех подшипников. Двумя подшипниками, расположенными в горизонтальной плоскости, крестовина соединена с поводком 13 карданного вала, а двумя подшипниками 4, находящимися в вертикальной плоскости, с поводком 2 шестерни. Подшипники к поводкам крепят болтами 5. Все подшипники карданных муфт игольчатые.

Относительные вертикальные перемещения тягового двигателя и колесной пары сопровождаются поворотом карданного вала в вертикальной плоскости, возможным вследствие поворота крестовин в подшипниках карданных муфт. При аксиальном смещении колесной пары относительно якоря тягового двигателя зубья полого вала скользят по шлицам цилиндра 6.

Шлицевое соединение цилиндра 6 с валом якоря и внутренняя карданная муфта помещены в камеру, в которую через канал в подшипниковом щите заливают около 5 л масла. Подшипники внешней карданной муфты смазываются консистентной смазкой.

Вращающий момент от вала якоря на колесную пару передается через шлицевое соединение, цилиндр 6, внутреннюю карданную муфту, вал 12, внешнюю карданную муфту, шестерню и зубчатое колесо.

Шестерня 1 (рис. 36) вращается в двух двухрядных сферических подшипниках 4, установленных в подшипниковых щитах 5 и 17, а венец 7 (зубчатое колесо) 12 призонными болтами 16 крепится к коническому раструбу центра 13 движущего колеса. Подшипник шестерни, расположенный со стороны двигателя, имеет закрепленные крышкой 3 наружное и гайкой 2 внутреннее кольца. У второго подшипника (со стороны движущего колеса) закреплено гайкой 18 только наружное кольцо; подшипник закрыт крышкой 19, прикрепленной болтами к щиту 17.

Постоянство межцентрового расстояния обеспечивается жесткой конструкцией корпуса редуктора и применением роликовых подшипников 12, через которые корпус редуктора опирается на

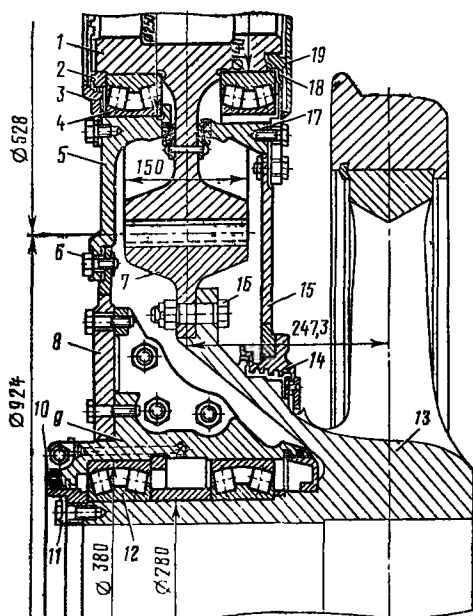


Рис 36 Зубчатая передача электровоза ЧС2

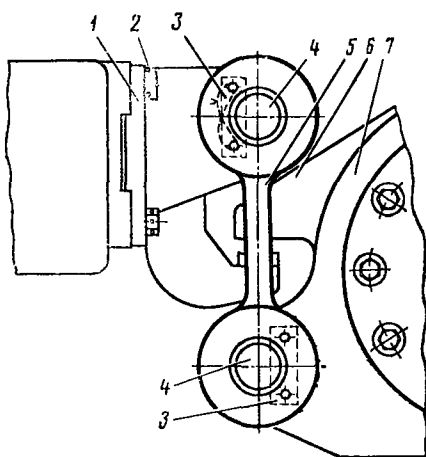


Рис. 37. Подвешивание редуктора

удлиненную ступицу колесного центра. Сферические подшипники корпуса редуктора установлены в специальном разъемном корпусе 9, закрыты лабиринтным кольцом 10, крепящим внутреннее кольцо наружного подшипника; кольцо 10 прикреплено болтами 11 к торцу ступицы колесного центра. Корпус подшипников болтами закреплен к крышке 8, приваренной к боковой стенке, с которой болтами 6 соединен подшипниковый щит 5. Между боковой стенкой 15 со стороны движущего колеса и колесным центром имеется лабиринтное кольцо 14.

Кроме опоры на колесную пару, корпус редуктора подвешен к кронштейну 1 (рис. 37) поперечной балки рамы тележки. Кронштейн, прикрепленный к несущей плите поперечной балки болтами 2, валиком 4 с резино-металлической втулкой шарнирно соединен с подвеской 5. Такое же соединение имеет корпус 7 редуктора с нижней головкой подвески. Оба валика стопорят планками 3. Корпус редуктора снабжен выступом 6, предохраняющим редуктор от падения в случае обрыва подвески или поломки кронштейна. Шарнирное крепление корпуса редуктора тяговой передачи к раме тележки обеспечивает необходимую свободу перемещения корпуса.

На корпусе редуктора расположены два люка для осмотра зубьев шестерни

(люк над шестерней) и венца (люк на торцовой стенке), отверстие, закрываемое пробкой со щупом, для заливки смазки, два отверстия с магнитными пробками для удержания ферромагнитных (металлических) частиц, загрязняющих смазку, и отверстие для удаления смазки. Корпус редуктора разъемный; разъем осуществляется в месте установки роликовых подшипников корпуса.

Передаточное число тяговой зубчатой передачи 1,75, число зубьев шестерни 44, зубчатого колеса 77, межцентровое расстояние 726 мм, угол зацепления 20° .

§ 10. Автосцепные устройства

Автосцепное устройство предназначено для автоматического сцепления единиц подвижного состава и передачи продольных сил. Оно состоит из автосцепки с расцепным приводом, поглощающего аппарата, тягового хомута, ударной розетки, упоров и центрирующего механизма.

Поглощающий аппарат предназначен для амортизации ударов и демпфирования продольных колебаний. Тяговый хомут обхватывает поглощающий аппарат и шарнирно соединен клином с автосцепкой. Он передает силу тяги от автосцепки поглощающему аппарату; от него сила тяги через упоры передается на раму кузова или тележки. При полном срабатывании поглощающего аппарата продольные сжимающие силы от автосцепки передаются непосредственно через розетку на раму.

На подвижном составе устанавливают автосцепку СА-3 (советская автосцепка, третий вариант), испытывают автосцепку СА-Д (советская автосцепка Э. А. Дзятко). У автосцепок СА-3 допустимое расстояние между продольными осями равно 100 мм в вертикальной и 175 мм в горизонтальной плоскостях.

Автосцепка СА-3. Автосцепка СА-3 состоит из корпуса, отливается из мартеновской стали или электростали, и механизма сцепления. Корпус является основной частью автосцепки: он воспринимает и передает силы, ударные нагрузки, в нем размещены детали механизма сцепления. Головная часть 3 корпуса (рис. 38) пустотелая (карман автосцепки), переходящая в удлиненный хвостик 1, имеющий отверстие 2 для соединения с тяговым хомутом. Она имеет два зуба: большой зуб 4 с тремя усиливающими ребрами и малый зуб 7 с вертикальным технологическим и облегчающим отверстием. В прост-

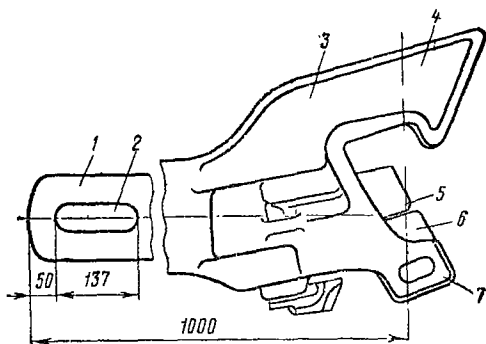


Рис. 38. Автосцепка СА-3

рапство между зубьями, называемое зевом автосцепки, выступают две детали механизма сцепления — замок 6 и замкодержатель 5. Очертание (в плане) большого и малого зубьев и выступающей части замка называется контуром зацепления.

В кармане головной части размещается механизм сцепления, состоящий из замка 1 (рис. 39), замкодержателя 9, предохранителя (собачки) 14, подъемника 18, валика 6 подъемника и болта 5.

При сборке механизма сцепления подъемник 18 кладут на опору, расположенную на стенке кармана автосцепки со стороны большого зуба так, чтобы широкий палец 19 был повернут кверху, а в углубление подъемника входил прилив корпуса. На шип большого зуба овальным отверстием 10 навешивают замкодержатель 9. Перед установкой замка 1 на его шип 2 отверстием 13 навешивают предохранитель 14 и поворачивают так, чтобы его нижнее плечо 16 уперлось в вертикальную стенку замка. При установке замка в корпус необходимо нажимать каким-либо стержнем на нижнее плечо предохранителя; верхнее его плечо 15 должно быть выше полочки кармана; направляющий зуб 4 должен войти в отверстие в дне кармана. Затем в отверстие корпуса со стороны малого зуба вводят валик 6 подъемника и фиксируют его болтом 5, устанавливаемым в приливе корпуса головкой кверху, болт должен проходить через паз 7 валика. После этого проверяют правильность сборки: сначала, нажимая на замок, перемещают его внутрь кармана и отпускают, а затем поворачивают валик подъемника до отказа против часовой стрелки и также отпускают. Все детали должны свободно возвращаться в первоначальное положение. Разборку производят в обратной последовательности.

Корпус автосцепки имеет маятниковое подвешивание, состоящее из розетки 2 (рис. 40), к которой прикреплены подвески 1 с центрирующей балочкой 3.

При поперечном перемещении корпуса автосцепки такое подвешивание стремится вернуть корпус в среднее положение.

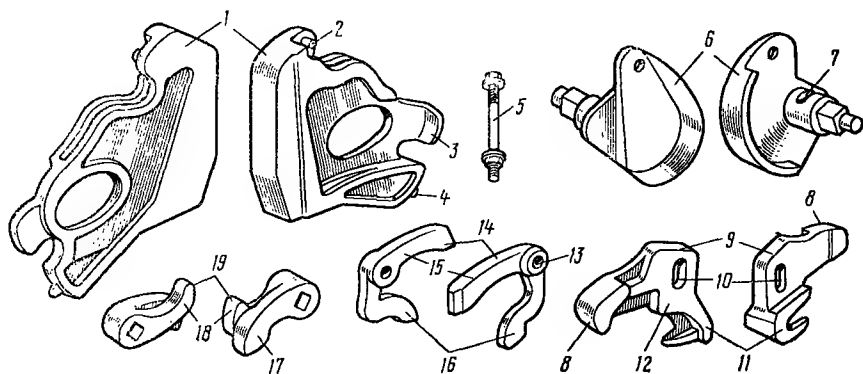


Рис. 39. Детали механизма автосцепки

Автосцепка обеспечивает следующие процессы: сцепление, расцепление, восстановление сцепления и маневровую работу без сцепления («на буфер»).

Процесс сцепления сопровождается скольжением малого зуба одной автосцепки по скошенной поверхности малого или большого зуба другой автосцепки до тех пор, пока малый зуб не войдет в зев. Нажатие на замки приводит к их перемещению внутрь карманов корпуса. При дальнейшем сближении автосцепок малые зубья начинают нажимать на выступающие в зев лапы 11 (см. рис. 39) замкодержателей; замкодержатели поворачиваются, их противовесы 8 поднимают предохранители, которые вместе с замками перемещаются внутрь карманов корпусов. Дойдя до крайнего положения малые зубья освобождают замки, которые под влиянием собственной массы выходят из карманов в зев автосцепки. Сигнальные отростки 3 замков находятся внутри карманов.

Так как замки размещаются в пространстве между малыми зубьями сцепленных автосцепок, то перемещение автосцепок в обратном направлении (саморасцепление) невозможно. Перемещение замков внутрь карманов также исключено: торец верхнего плеча предохранителя находится против противовеса замкодержателя и при движении замка упрется в него.

Процесс расцепления автосцепок осуществляется при перемещении внутрь корпуса одного из замков. Для этого следует сжать автосцепки и расцепным приводом повернуть валик 6 подъемника. Вместе с ним повернется подъемник 18 и широким пальцем 19 нажмет на нижнее плечо 16 предохранителя. При этом его верхнее плечо поднимается выше противовеса замкодержателя, т. е. предохранитель от саморасцепления будет выключен. Дальнейшее вращение валика подъемника сопровождается нажатием широкого пальца подъемника на замок и перемещением замка внутрь кармана. Узкий палец 17 подъемника нажимает снизу на расцепной угол 12 замкодержателя 9 и поднимает его вверх (овальное отверстие в замкодержателе допускает это перемещение). Пройдя расцепной угол, узкий палец подъемника освобождает замкодержатель, который под действием собственного веса опускается вниз; при этом узкий палец подъемника заходит за расцепной угол замкодержателя.

Замок будет находиться внутри корпуса автосцепки до разведения автосцепок, так как он опирается на широкий палец подъемника, а его узкий палец взаимодействует с замкодержателем, упирающимся в малый зуб автосцепки. При разведении автосцепок лапа замкодержателя следует за малым зубом смежной автосцепки, и когда она выйдет в зев настолько, что расцепной угол перестанет удерживать узкий палец подъемника, последний вернется

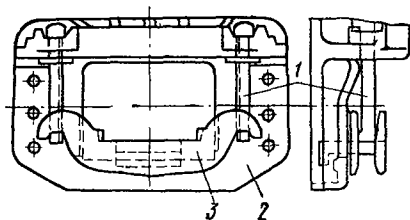


Рис. 40. Розетка автосцепки

в первоначальное положение и замок выйдет в зев автосцепки. Механизм подготовлен к сцеплению.

Восстановление сцепления без разведения автосцепок осуществляется путем поднятия замкодержателя деревянным или металлическим стержнем через отверстие в большом зубе. При нажатии стержнем на прилив лапы 11 замкодержателя освобождается узкий палец 17 подъемника; замок, подъемник и предохранитель опускаются в нижнее положение — автосцепки сцеплены.

Работа «на буфер», т. е. толкание вагонов без сцепления автосцепок, обеспечивается при повороте валика подъемника расцепным приводом, рукоятку расцепного рычага при этом устанавливают на полочку кронштейна. Детали механизма сцепления занимают положение, соответствующее расцепленному состоянию, и удерживаются в этом положении натянутой цепью.

Поглощающие аппараты. На нашем подвижном составе применяют пружинно-фрикционные поглощающие аппараты: шестигранные на грузовых и типа ЦНИИ-Н6 на пассажирских электровозах.

Шестигранный поглощающий аппарат состоит из корпуса 3 (рис. 41), наружной 4 и внутренней 5 пружин, трех фрикционных клиньев 6, нажимного конуса 7, шайбы 1 и стяжного болта 2 с гайкой. Так как поглощающий аппарат работает на сжатие, то при действии продольных сил пружины сжимаются, а нажимной конус раздвигает и перемещает фрикционные клинья внутрь корпуса. Между клиньями 6 и поверхностями горловины корпуса нажимного конуса 7 и шайбы 1 развиваются силы трения. Внутренняя поверхность горловины наклонная и перемещение клиньев сопровождается увеличением сил трения. Работа сил трения характеризует невозвратимую (поглощенную) энергию, расходуемую на изнашивание и нагревание деталей аппарата. Отношение поглощенной энергии к энергии затраченной на сжатие аппарата называется погло-

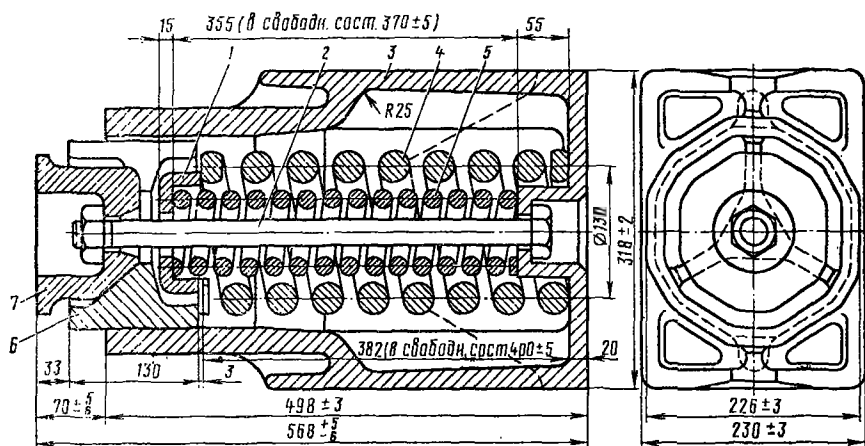


Рис 41. Шестигранный поглощающий аппарат

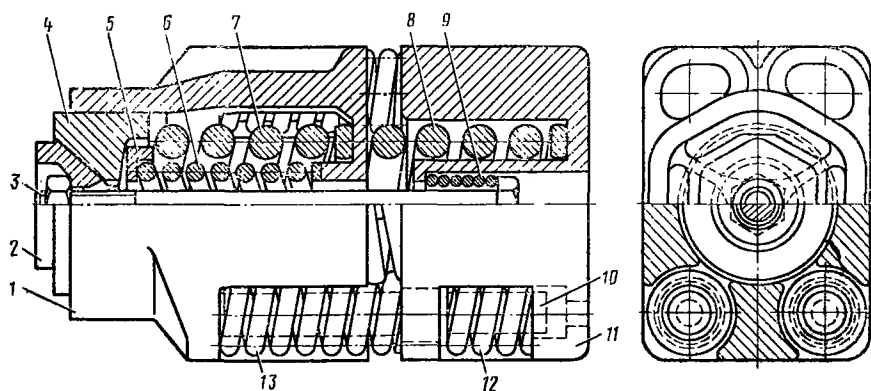


Рис. 42. Поглощающий аппарат ЦНИИ-Н6

щающей способностью. У пружинно-фрикционных аппаратов поглощающая способность при полном сжатии, т. е. при касании корпуса упорной плитой, составляет 80—85%; остальная часть подводимой энергии идет на сжатие пружин. После снятия нагрузки пружины, клинья и нажимной конус возвращаются в исходное положение.

Износ поверхностей трения и их загрязнение снижают поглощающую способность пружинно-фрикционного аппарата.

Поглощающие аппараты типа ЦНИИ-Н6 (рис. 42) имеют, кроме пружинно-фрикционной части, находящейся в горловине 1, еще пружинную часть, размещенную в основании 11.

При действии продольных сил сначала сжимаются центральная 8 и четыре большие угловые пружины 13 пружинной части аппарата, а когда приливы горловины переместят упорные стержни 10 к дну основания 11, работают четыре малые угловые пружины 12. Пружинно-фрикционная часть начинает работать лишь после того, как горловина упрется в торец основания, что происходит почти одновременно с началом сжатия малых угловых пружин 12. Она имеет три фрикционных клина 4, нажимной конус 2, шайбу 5, наружную 7 и внутреннюю 6 пружины. Обе части поглощающего аппарата стянуты болтом 3 через пружину 9.

Так как первоначально работает только пружинная часть, то сопротивление аппарата невелико, что способствует смягчению небольших продольных сил (при трогании и служебном торможении). Поглощающая способность аппарата равна 75%.

§ 11. Кузова, опоры и подвешивание кузовов

Кузов предназначен для размещения электрического и пневматического оборудования, вспомогательных машин и пультов управления и защиты их от атмосферных воздействий. В зависимости

от того, какие элементы конструкции кузова воспринимают и передают горизонтальные и вертикальные силы, различают кузова с несущей рамой, с несущей рамой и боковыми стенами и цельнонесущие, у которых рама, стены, крыша и их обшивка участвуют в восприятии нагрузок.

На конструкцию кузова оказывает влияние размещение автосцепных устройств. Если автосцепку устанавливают на раме кузова, то кузов передает большие продольные силы. Элементы конструкции, передающие эти силы, целесообразно располагать в одной горизонтальной плоскости с осью автосцепки. Поэтому продольные балки рамы кузова размещают сбоку от рамы тележки, они как бы охватывают раму тележки; такие кузова называют кузовами охватывающего типа (ВЛ10, ВЛ11, ЧС2). Если же автосцепку устанавливают на рамах тележки, то кузов не передает горизонтальных сил, его рама размещается над тележками; кузова такой конструкции относят к кузовам неохватывающего типа (ВЛ8, ВЛ23); эти кузова обеспечивают свободный доступ к ходовым частям.

На магистральных электровозах применяют кузов вагонного типа; кузова восьмиосных электровозов состоят из двух однокабинных секций.

Кузов электровоза ВЛ10. Каждая секция двухсекционного кузова (рис. 43) состоит из рамы 15, боковых стен 16, кабины 18, крыши 17 и задней торцевой стены, в которой имеется дверь для перехода по переходному мостику, закрытому брезентовым суфле 13, во вторую секцию. Секции кузова соединяют автосцепкой 14. В боковой стене кузова сделаны задвижные 7 и глухие 9 окна, а в кабине — два лобовых 2 и четыре боковых окна, из которых два задвижных 19 и два глухих 4. С боковых сторон кузова расположены двери 6. На лобовой стенке кабины находится прожектор 3 и два сигнальных фонаря 1. В крыше кузова сделаны люки для монтажа оборудования, закрытые съемными крышками 8, 10, 11 и 12, и восемь люков 5 песочниц.

Рама 15 кузова состоит из двух продольных балок, двух шкворневых, двух концевых и промежуточных поперечных балок. Все балки сварные. Рама покрыта листовой сталью толщиной 2—3 мм, образующей стальной настил пола.

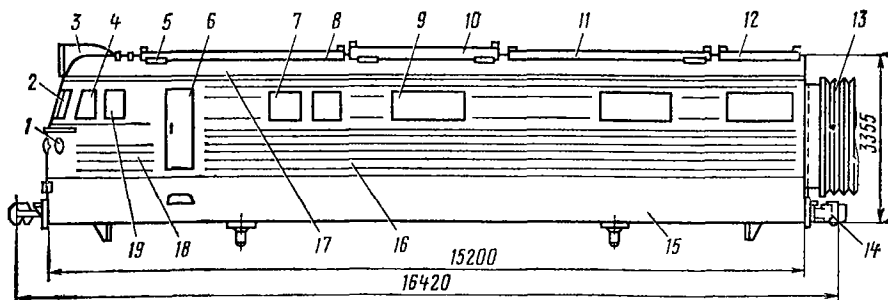


Рис. 43. Секция кузова электровоза ВЛ10

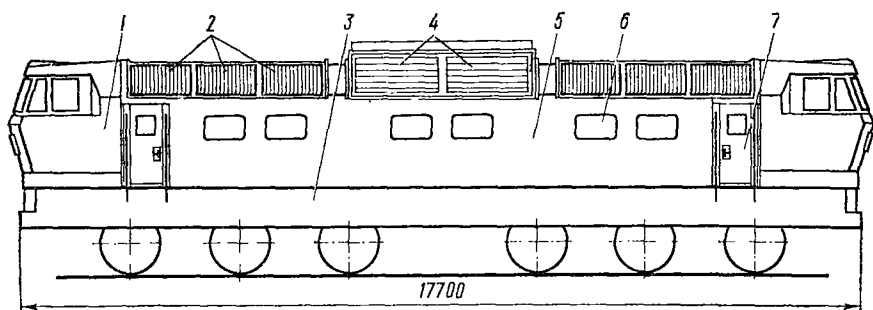


Рис. 44. Кузов электровоза ЧС2т

Каркас боковых стен выполнен из стоек и продольных элементов, а обшивка из гофрированной стали (для повышения устойчивости) толщиной 2,5 мм. В правой боковой стене находятся жалюзи для забора воздуха, охлаждающего тяговые двигатели. Крышеские дуги изготовлены из швеллеров, а полудуги боковых частей крыши — из уголков. Обшивка крыши изготовлена из стали толщиной 2 мм. В одной секции кузова имеется люк для выхода на крышу.

Стены, пол и потолок кабины машиниста имеют тепловую изоляцию из пенопласта. Потолок и верхние панели облицованы декоративным пластиком толщиной 2 мм, а пол покрыт полихлорвиниловым линолеумом толщиной 2,5 мм.

Кузов электровоза ЧС2т. Основным несущим элементом кузова является рама 3 (рис. 44), сваренная из двух боковых продольных балок, двух концевых поперечных, двух шкворневых и промежуточных продольных и поперечных балок. К раме приварены боковые стены 5 и две кабины 1 машиниста. Верхнюю часть кузова образуют воздухозаборные устройства 2 и помещения для реостатов 4, имеющие жалюзи. В крыше предусмотрены люки для монтажа оборудования и люк для выхода из кузова на крышу по лестнице, находящейся в коридоре. Все съемные элементы крыши имеют резиновые уплотнения.

Боковые стены имеют каркас из гнутых элементов различного сечения и обшивку из стали толщиной 1,5 мм. В каждой боковой стене предусмотрены две двери 7 и шесть окон 6 со шторами. Входные двери ведут в тамбуры, отделяющие кабины машиниста от высоковольтной камеры. Из тамбура можно попасть в высоковольтную камеру и в кабину машиниста (дверь в кабину находится в средней части задней стены кабины). В кузове имеется коридор для перехода из одной кабины в другую.

Стены и пол кабины машиниста имеют тепловую изоляцию, пол в кабине покрыт линолеумом. Лобовые стекла в кабине двойные безопасные, с обогревом, оборудованные приспособлением для опрыскивания их водой (бачок с водой установлен в кабине). Отоп-

ление кабины воздушное; воздух подогревают электрическим калорифером, находящимся под полом кабины, и подают специальным вентилятором. В простенках между лобовыми и боковыми окнами кабины машиниста находятся вентиляционные отверстия, открываемые вручную.

Опоры кузова электровоза ВЛ10. Вертикальная нагрузка от секции кузова передается через четыре упругие боковые опоры на рамы тележек. Каждая опора (рис. 45) состоит из двух литых гнезд 7, вваренных в шкворневую балку 15 рамы кузова, направляющих стаканов 9, пружин 12, опорных стаканов 8, шаровых опор 6 радиусом 200 мм и скользунов 4 из бронзы. Опорные и направляющие стаканы облицованы втулками 10 из марганцовистой стали. Между опорой 6 и опорным стаканом 8 размещены регулировочные шайбы 5, с помощью которых устанавливают зазор между тележкой и кузовом по высоте и высоте автосцепки, а также регулируют распределение нагрузок по опорам. Шайбы 11 устанавливают между пружинами и фланцами опорного стакана, если высота пружины отличается от расчетной. Это необходимо для получения расчетной нагрузки на опоры.

Скользуны 4 находятся в масляной ванне, образованной обечайкой 13, приваренной к продольной балке 2 рамы тележки, и закрытой крышкой 14. На дне ванны приварен закаленный наличник. Силы трения между скользуном и наличником, появляющиеся при повороте и перемещении тележки относительно кузова в горизонтальной плоскости, способствуют гашению горизонтальных колебаний. Масло (осевое 5 л) в масляную ванну поступает из масленки 1 через маслопровод 3. Уровень масла при заполненной ванне находится у верхнего обреза масленки, нижний допустимый — ниже обреза на 15—20 мм.

Для ограничения поперечной качки кузова применяют резино-металлические упоры 16, которые крепят к шкворневой балке рамы кузова.

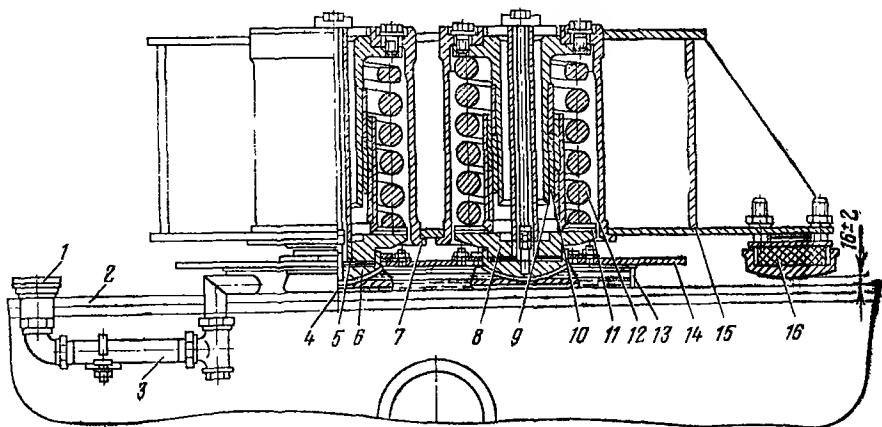


Рис. 45. Боковая опора кузова электровоза ВЛ10

Поскольку пружины не имеют внутреннего трения, то для гашения вертикальных колебаний кузова устанавливают гидравлические гасители колебаний. Гидравлический гаситель (рис. 46) верхней головкой 1 прикреплен к кронштейну рамы кузова, а нижней 8 — к раме тележки. В корпус верхней головки ввинчен и закреплен штифтом шток 2 с поршнем, а снаружи — кожух 3. На нижней части гасителя установлен цилиндр 4 и корпус 5; пространство между корпусом и цилиндром называют резервуаром. В нижней части штока размещен верхний клапан 6, через который могут сообщаться между собой надпоршневая и подпоршневая полости цилиндра 4. Нижний клапан 7, находящийся в нижней крышке цилиндра 4, сообщает резервуар с подпоршневой полостью. Гаситель заполнен приборным маслом.

Когда поршень перемещается вверх, то в надпоршневой полости создается избыточное давление, а в подпоршневой — разрежение. Масло перетекает через калиброванные каналы верхнего клапана 6 в подпоршневую полость. Одновременно туда же засасывается масло из резервуара (через каналы в корпусе нижнего клапана 7).

Если поршень перемещается из верхнего положения вниз, то давление в подпоршневой области увеличивается и масло из нее через каналы в верхнем клапане поступает в надпоршневую область, а через каналы в нижнем клапане — в резервуар.

При быстром перемещении штока масло не успевает перетекать, давление увеличивается и при 45 ± 5 кгс/см² открывается перепускной шариковый клапан.

Перетекание жидкости через калиброванные каналы сопровождается вязким трением, в результате чего механическая энергия колебаний преобразуется в тепловую и рассеивается. Таким образом, гаситель, рассеивая энергию колебаний, препятствует росту амплитуд или гасит колебания.

Подвешивание кузова электровозов ВЛ11 и ВЛ10. На электровозах ВЛ11 и ВЛ10 с № 1297 (НЭВЗ) и 1707 (ТЭВЗ) применено упругое люлечное подвешивание кузова. Система подвешивания секции кузова к двум тележкам состоит из восьми наклонных люлечных подвесок: по две к каждой продольной балке рамы тележки; подвески размещены на расстоянии 1200 мм. Нижний узел подвешивания состоит из балочки 13 (рис. 47), прикрепленной болтами к двум кронштейнам 12 продольной балки 11 рамы кузова, верхней и нижней опор 7 и прокладок 8. Верхний узел, кроме двух опор 7 и прокладки 8, имеет пружину 2, расположенную между опорной шайбой 1 и фланцем стакана 6. Между подвеской 10 и стаканом 6 находятся втулки 3 и 4 из марганцовистой стали Г13Л.

Нагрузка от кузова передается через кронштейны 12, балочку 13, опоры 7 и прокладку 8, гайку 14, подвеску 10, опорную шайбу 1, пружину 2, стакан 6, опоры 7 и прокладку 8 на кронштейн 9 продольной балки 15 рамы тележки.

Применение двух опор 7 и прокладки 8 в каждом узле подвешивания обусловлено необходимостью обеспечить относительные поперечные перемещения кузова и тележек, а также поворот тележек.

Опоры и прокладки люлечного подвешивания изготавливают из стали 45; поверхности кулачков и желобов, которыми взаимодействуют опоры и прокладки, закаливают токами высокой частоты на глубину 2—4 мм.

Подвески 10 изготавливают ковкой из стали 45 с последующей механической обработкой и дефектоскопированием; их испытывают на растяжение силой 15 тс. Для обеспечения равенства передаваемых подвесками вертикальных нагрузок высота пружин при нагрузке 7 тс должна быть 300_{-1}^{+12} мм. Для пружин, имеющих меньшую высоту, а также для регулировки развески устанавливают прокладки 5.

Так как люлечные подвески имеют наклон ($11^{\circ}25'$), то вес кузова создает горизонтальные поперечные силы, равные по величине и направленные навстречу. При поперечном перемещении тележки относительно кузова углы наклона подвесок становятся различными, а горизонтальные составляющие одинаковыми. Результирующая сила стремится вернуть тележку в исходное положение.

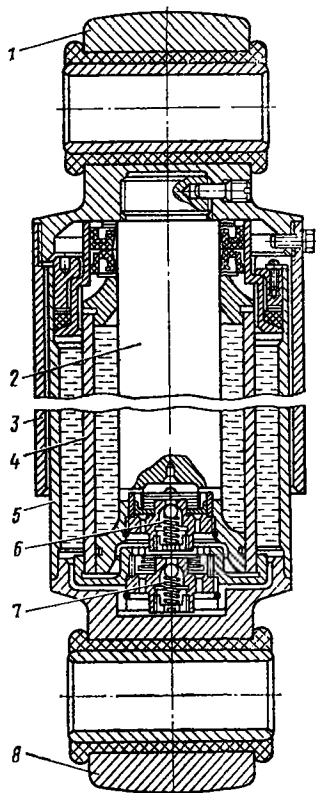


Рис. 46. Гидравлический гаситель колебаний

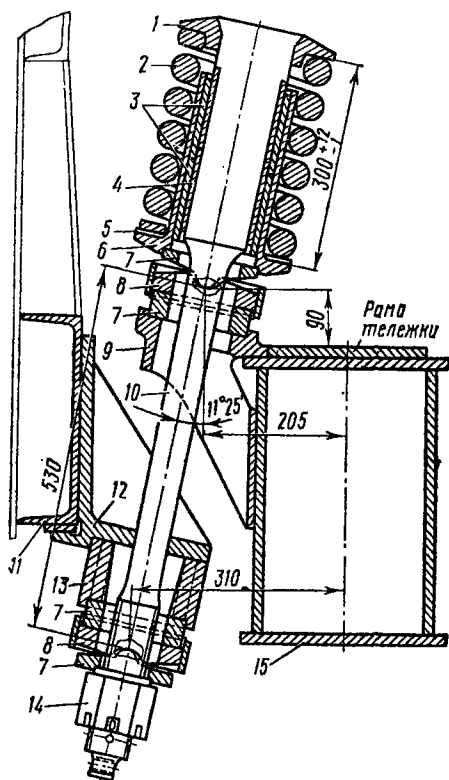


Рис. 47. Люлечное подвешивание кузова электровозов ВЛ10 и ВЛ11

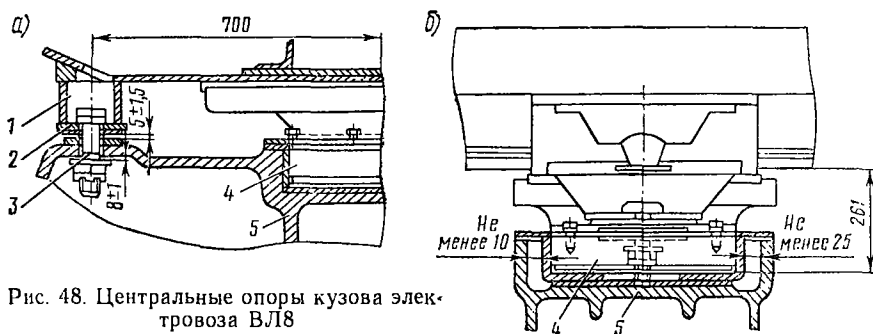


Рис. 48. Центральные опоры кузова электровоза ВЛ18

Люлечное подвешивание, обеспечивая относительную поперечную подвижность кузова и тележек, способствует улучшению ходовых качеств электровоза. Для гашения колебаний между кузовом и тележками устанавливают гидравлические гасители колебаний (наклонно под углом 45°).

Опоры кузова электровоза ВЛ18. Каждая секция кузова опирается на тележки через две центральные и две дополнительные опоры кузова. Центральные опоры жесткие, расположены на шкворневых балках рам тележек; дополнительные — упругие, размещены на упругих балках 1-й и 4-й тележек и балках сочленения, находящегося между 2-й и 3-й тележками. Одна центральная опора допускает только поворот тележки, а другая поворот и продольное перемещение.

Неподвижная центральная опора (рис. 48, а) состоит из литой цилиндрической пяты 4, которая входит в гнездо шкворневой балки 5; пята и гнездо имеют кольцевые и плоские наличники из закаленной стали 40. Цилиндрическая пята 4 подвижной опоры (рис. 48, б) входит в квадратный подпятник, который может перемещаться в продольном направлении в прямоугольном гнезде рамы тележки. Для уменьшения износов также применены сменные наличники.

Пяты смазывают осевым маслом. Для защиты от загрязнения установлены войлочные уплотнения и металлические щиты. Поперечная устойчивость кузова обеспечивается боковыми скользунами 1, имеющими наличники 2, и болтами 3, закрепленными корончатыми гайками.

Дополнительная опора (рис. 49) кузова состоит из корпуса 7 и двух резиновых шайб 3, разделенных стальной шайбой. Фиксация опоры относительно рамы 2 кузова осуществляется направляющей 1. Между корпусом и направляющей имеется сменная втулка 8. К нижней торцевой поверхности корпуса крепят скользящий 6 из чугуна, а к раме тележки — наличник 5. Нижняя часть опоры находится в масляной ванне, закрытой металлическими пластинами 4. Между корпусом и резиновыми шайбами размещают регулировочные прокладки 9. Основное назначение дополнительных опор

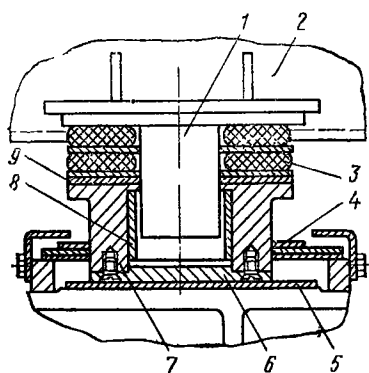


Рис. 49. Дополнительная опора кузова электровоза ВЛ8

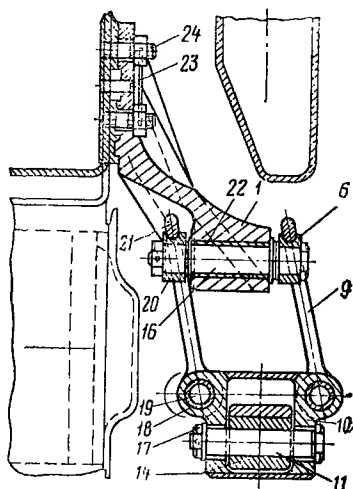
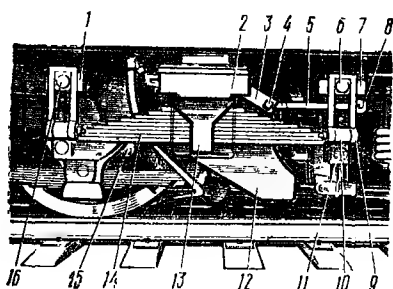


Рис. 50. Люлечное подвешивание кузова электровоза ЧС2

заключается в создании сил трения, препятствующих влиянию тележек. Дополнительные опоры обеспечивают продольную устойчивость тележек и в ряде случаев необходимы для развески электровоза.

Подвешивание кузова электровоза ЧС2. С каждой стороны тележки нагрузка от кузова через опору 2 (рис. 50) передается на люлечную рессору 14, подвешенную наклонными подвесками 9 и 21 к кронштейнам 1 и 7 продольной балки рамы тележек. Концы рессор (коренной лист загнут) валиками 11 закреплены к обоймам 10, которые валиками 19 соединены с люлечными подвесками 9 и 21. Люлечные подвески П-образные; через кольца 6 и 20, имеющие седлообразные углубления, подвески опираются на концы валиков 16, соединяющих их с кронштейнами 1 и 7. Валики 19 и 16 имеют втулки 18 и 22 и гайки 17. Кронштейны шпильками 24 и штифтами 23 прикреплены к плитам продольных балок тележки.

Рессоры 14, находящиеся с обеих сторон тележки, соединены между собой поперечной балкой, имеющей среднюю часть в виде трубы, а на концах кронштейны 12, которые болтами закреплены к хомутам 13 рессор. Для фиксации рессор в продольном направлении корпус опоры 2 вилкой 3 через валик 4 соединен с поводком 5, который валиком 8 связан с кронштейном 7. Чтобы избежать падения рессоры при обрыве люлечных подвесок, к раме тележки прикреплены предохранительные скобы 15.

Опора кузова на люлечную рессору состоит из корпуса 4 (рис. 51), закрепленного на хо-

муге, шаровой опоры 1, находящейся в направляющей фланца 8, приваренного к продольной балке рамы тележки, и скользя на 2. Между скользяном и корпусом опоры имеются износостойкие накладки 3 и 5. Для лучшей смазки на шаровой поверхности опоры предусмотрены канавки. Масляная ванна закрыта кожаными мехами 7, которые крепят болтами к фланцу и хомутом к корпусу. Прокладка 6 предназначена для регулировки вертикального зазора между рамами тележки и кузова. Трение в опорах кузова способствует гашению колебаний виляния.

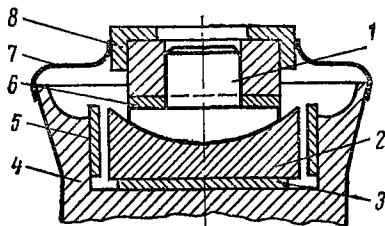


Рис. 51. Опора кузова электровоза ЧС2 на рессору

§ 12. Шкворневые узлы и противоразгрузочные устройства

Шкворневые узлы. Они предназначены для передачи горизонтальных сил между тележкой и кузовом; шкворни являются также осями вращения тележек при движении по кривым участкам пути и вилянии. Вертикальных нагрузок шкворни не передают.

Боковые пружинные опоры электровозов ВЛ10 не создают поперечную упругую связь между кузовом и тележками; поэтому их шкворни имеют противоотносные (возвращающие) устройства. У электровозов с люлечным подвешиванием (ВЛ10, ВЛ11, ЧС2) возвращающие силы при поперечном перемещении тележки создает люлечное подвешивание и шкворни не имеют противоотносных устройств.

Шкворневой узел электровоза ВЛ10 с боковыми пружинными опорами имеет шкворень 12 (рис. 52), который верхним концом запрессован к раме кузова (усилие запрессовки 60 тс), а нижним концом свободно входит в латунную втулку 11 шарового шарнира. Втулка 11 запрессована в шаровой вкладыш 10, свободно поворачивающийся в кольце 9, положение которого в корпусе 7 фиксировано стопорным кольцом 8. Шаровой шарнир обеспечивает поворот тележки относительно кузова (шкворня) в вертикальных плоскостях (при изменении уклона профиля пути, при входе в кривую и др.).

Сила тяги от коробки шарового шарнира, приваренной к шкворневой балке тележки, через сегментообразный упор 14, закрепленный валиком, передается на шаровой шарнир, а от него на шкворень и раму кузова. Суммарный зазор между корпусом 7 и упорами 14 должен быть 0,2—0,6 мм; его регулируют прокладками, устанавливаемыми между упором и стенкой коробки шарнира.

Противоотносное устройство состоит из корпуса 4, наружной и внутренней пружин 2 и 3, опоры 5 пружин и упора 6; корпус бол-

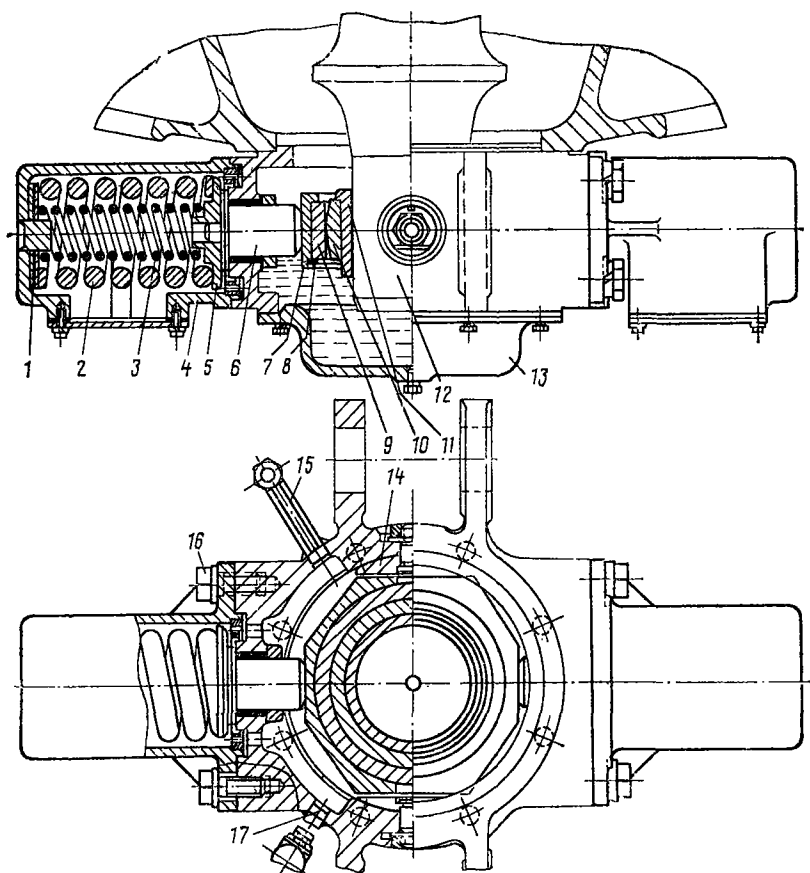


Рис. 52. Шкворневой узел электровоза ВЛ10 с боковыми опорами кузова

тами 16 крепят к коробке шарового шарнира. При поперечном перемещении тележки пружины сжимаются и появляется возвращающая сила.

Сила предварительного натяга пружин противоотносного устройства 2200—2400 кгс, а при наибольшем поперечном отклонении тележки на 30 мм она увеличивается до 5500 кгс. Предварительный натяг регулируют шайбами 1.

Снизу коробку шарового шарнира закрывают крышкой 13 и внутреннюю полость шкворневого устройства (коробку шарового шарнира и противоотносные устройства) заполняют трансмиссионным автотракторным маслом через маслопровод 17. Контроль за уровнем масла производят через Г-образную трубку 15. Допустимый наименьший уровень смазки должен быть не ниже чем на 20—25 мм от верхнего обреза трубки. Для спуска смазки в крышке 13 предусмотрено отверстие, закрытое пробкой.

Шкворневое устройство электровозов ВЛ11 и ВЛ10 с люлечным подвешиванием отличается от рассмотренного тем, что не имеет прстивоотносного устройства. Шаровой шарнир (рис. 53) имеет аналогичную конструкцию.

Конструкция шкворневого устройства электровозов ЧС2 и ЧС2т принципиально не отличается от примененного на электровозах ВЛ10 и ВЛ11 с люлечным подвешиванием кузова.

Противоразгрузочные устройства. На наибольшую силу тяги, которую может развить электровоз по условиям сцепления колес с рельсами, влияет много конструктивных факторов. К ним прежде всего следует отнести:

неравномерность статических нагрузок от колесных пар на рельсы, которая согласно нормам допускается в пределах $\pm 2\%$;

расхождение тяговых характеристик отдельных двигателей;

перераспределение нагрузок от колесных пар на рельсы в режиме тяги (торможения) и вследствие колебаний подрессоренных масс и др.

В результате совместного влияния этих факторов наибольшая сила тяги электровоза всегда меньше суммы наибольших сил тяги отдельных колесных пар, а их отношение, называемое коэффициентом использования сцепного веса, меньше единицы. Для уменьшения отрицательного влияния указанных факторов на тяговые свойства электровоза целесообразно в условиях эксплуатации периодически проверять и регулировать развеску электровоза, подбирать тяговые двигатели по колесным парам, следить за состоянием подвешивания, буксовых поводков и гасителей колебаний.

Так как на значение коэффициента использования сцепного веса большое влияние оказывает перераспределение осевых нагрузок в тяговом режиме, то в конструкции предусматривают устройства для выравнивания осевых нагрузок.

Перераспределение нагрузок вызвано силами реакций тягового привода и моментами от сил тяги и сопротивления движению, которые приложены в различных плоскостях. Так, на кузов действует момент M_k (рис. 54), обусловленный силой

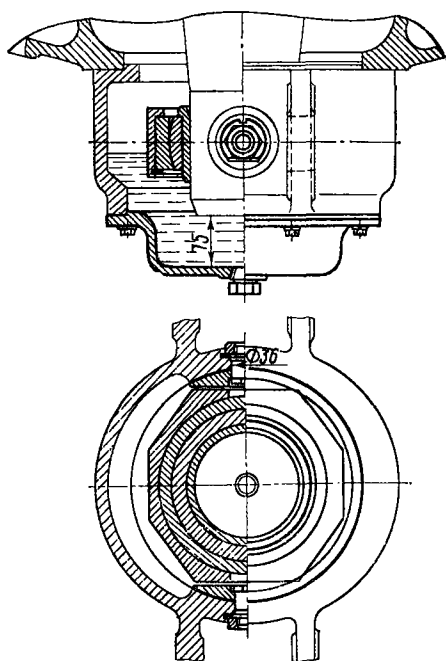


Рис. 53. Шкворневой узел электровозов ВЛ11 и ВЛ10 с люлечным подвешиванием кузова

сопротивления движению W состава, приложенной к автосцепке, и силой тяги $2F_T$, передающейся на кузов через шаровые шарниры шкворня. Этот момент, равный произведению силы тяги электровоза (или секции) на расстояние по вертикали между осями автосцепки и шарового шарнира, разгружает переднюю и догружает заднюю тележку; при этом осевые нагрузки обеих колесных пар передней тележки уменьшаются на ΔP_K , а у задней тележки увеличиваются на ту же величину. На каждую тележку действует момент M_T , равный произведению силы тяги F_T тележки на расстояние от плоскости головок рельсов до оси шарового шарнира шкворня. Этот момент разгружает переднюю колесную пару тележки на ΔP_T и догружает заднюю. Таким образом наиболее разгруженной оказывается первая колесная пара передней (по ходу электровоза) тележки, осевая нагрузка которой меньше статической (расчетной) P_0 на $\Delta P_K + \Delta P_T$. Практически эта колесная пара первой начинает буксовать и ограничивает развиваемую электровозом силу тяги.

Для того чтобы нейтрализовать действие моментов, необходимо к раме тележки приложить момент, направленный в противоположную сторону. Для создания такого момента устанавливают противоразгрузочные устройства.

Противоразгрузочные устройства электровозов ВЛ10 и ВЛ11 установлены по два (по одному на каждую тележку) на каждой секции кузовов (рис. 55, а). При движении включаются устройства только передних по ходу электровоза (т. е. разгруженных) тележек каждой секции.

Противоразгрузочное устройство (рис. 55, б) состоит из пневматического цилиндра 2, укрепленного на кронштейне концевой балки 5 рамы кузова электровоза, коленчатого рычага 3, шарнирно с помощью валика закрепленного на раме кузова, и ролика 1, который взаимодействует с накладкой на поперечной балке 4 рамы тележки. Рычаг 3 выполнен из двух пластин, приваренных к торцам отрезка трубы. Нижний конец рычага шарнирно соединен со што-

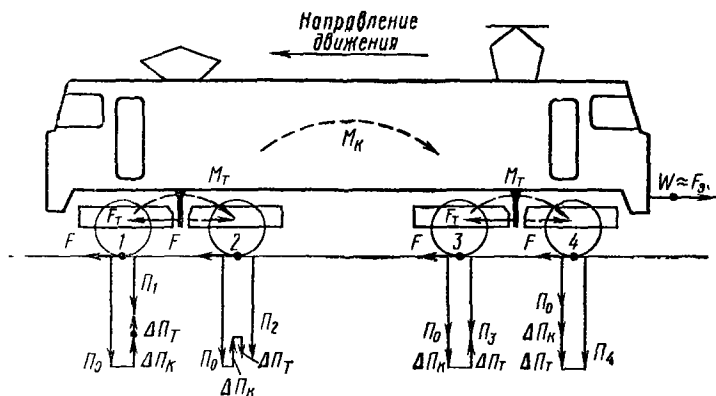


Рис. 54. К определению изменения осевых нагрузок

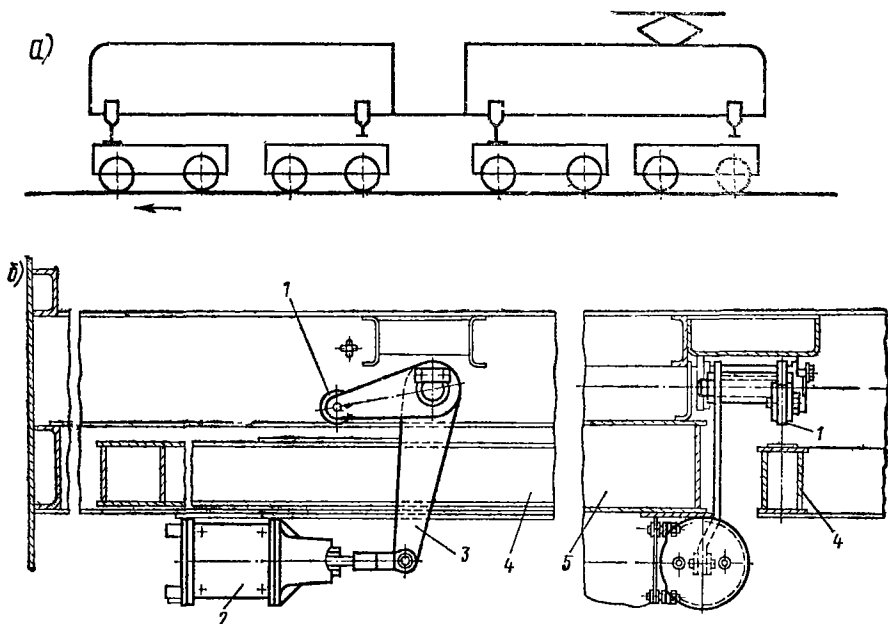


Рис. 55. Размещение противоразгрузочных устройств на электровозах ВЛ10 и ВЛ11

ком. Зазор между роликом и пластиной рамы тележки должен быть 55 ± 10^5 мм. Все шарнирные соединения устройства смазывают универсальной смазкой УС-2.

При нажатии на кнопку *Нагрузочное устройство* срабатывают электропневматические клапаны передних по ходу цилиндров. Сжатый воздух поступает в цилиндр; перемещение поршня и штока вызывает поворот коленчатого рычага против часовой стрелки (на рисунке) и нажатие ролика на концевую поперечную балку 4 рамы тележки. Давление в цилиндре противоразгрузочного устройства устанавливается регулятором давления в зависимости от тока тяговых двигателей; поэтому сила нажатия ролика пропорциональна развиваемой силе тяги.

Противоразгрузочные устройства позволяют значительно увеличить коэффициент использования сцепного веса: с 0,84 (при отсутствии устройств) до 0,93 в режиме пуска электровоза ВЛ10.

§ 13. Системы вентиляции

При работе электрического оборудования имеют место потери энергии, т. е. преобразование части электрической энергии в тепловую, нагревающую тяговые двигатели и электрические аппараты. Для более полного использования мощности двигателей и ус-

тойчивой работы электрического оборудования при заданных габаритных размерах на электровозах применяют для охлаждения систему принудительной воздушной вентиляции. Она состоит из воздухозаборных устройств, фильтров, вентиляторов, воздухопроводов и заслонок для регулирования количества воздуха.

Воздухозаборные устройства размещают в боковых стенках кузова или на крыше. Их выполняют в виде лабиринтных жалюзи или жалюзи из наклонных горизонтальных пластин, размер щели между которыми можно регулировать. Для очистки воздуха от капель влаги и крупных частиц пыли применяют силовые или сетчатые фильтры, состоящие из нескольких слоев металлических сеток с различными размерами ячеек. Фильтры съемные, необходима их периодическая очистка.

Воздуховоды изготавливают из тонколистовой стали, они имеют прямоугольное сечение, их крепят сваркой к элементам конструкции кузова. Заслонки (шиберы) для регулирования количества воздуха, поступающего в тяговые двигатели и другое оборудование, изготавливают из листовой стали.

На электровозе ВЛ10 забор воздуха вентилятором производится из форкамеры 5 (рис. 56), в которую он попадает через лабиринтные жалюзи 6, расположенные в правой (по ходу) стене кузова, и фильтры. От вентилятора 4 большая часть воздуха поступает в воздухопроводы 3, идущие к тяговым двигателям; один из воздухопроводов имеет ответвление 7 для подачи охлаждающего воздуха к двигателю компрессора. Воздуховоды расположены на уровне пола под блоками аппаратов и вентиляторов. Часть воздуха поступает по двум воздухопроводам 2, расположенным в высоковольтной камере над блоками аппаратов, к пусковым и демпферным резисторам, а также к индивидуальным шунтам. Через прорезы воздух поступает к охлаждаемому оборудованию; для вы-

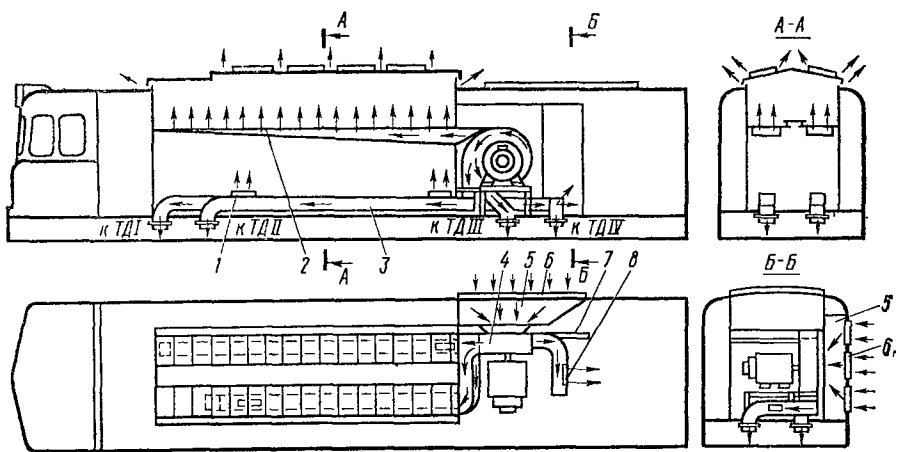


Рис. 56. Система вентиляции секции электровоза ВЛ10

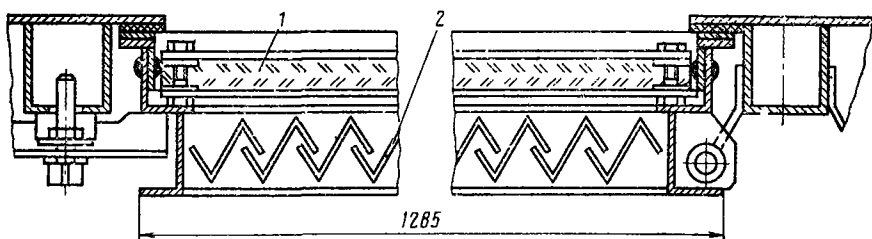


Рис. 57. Лабиринтные жалюзи электровоза ЧС2^г

броса нагретого воздуха в крыше над высоковольтной камерой предусмотрены лабиринтные щели.

Через жалюзи 1 и 8 на воздуховодах часть воздуха выбрасывается в кузов для создания в нем избыточного давления. Это необходимо для того, чтобы исключить загрязнение электрической аппаратуры вследствие проникновения запыленного воздуха через неизбежные неплотности. Для регулирования распределения воздуха по тяговым двигателям на выходном патрубке вентилятора расположены четыре заслонки. Перемещая заслонки можно перераспределять общий поток воздуха.

Система вентиляции электровозов ВЛ8 принципиально не отличается от рассмотренной выше. Забор воздуха производится из форкамеры, в которую он попадает через пластинчатые регулируемые жалюзи и фильтры.

На электровозах ЧС2^г имеются две вентиляционные системы тяговых двигателей и система вентиляции резисторов. К трем двигателям одной тележки воздух подается аксиальным вентилятором, расположенным в вертикальном воздуховоде, из форкамеры, находящейся в верхней части кузова. В форкамеру воздух поступает через лабиринтные жалюзи 2 и силовые фильтры 1 (рис. 57). Горизонтальный распределительный воздуховод имеет гибкие соединения с тяговыми двигателями.

Вентиляционная система резисторов состоит из воздухозаборных устройств 4 (см. рис. 44), устройств для выпуска воздуха и двух аксиальных вентиляторов. Воздух поступает к вентиляторам и выбрасывается наружу через пластинчатые регулируемые жалюзи. Для регулирования положения пластин применен пневмопривод. При отказе пневмопривода открыть жалюзи можно с помощью специальных отжимных болтов.

§ 14. Системы пескоподачи

Система подачи песка состоит из песочниц (бункеров), форсунок, песочных труб, наконечников, соединительных шлангов и пневматической цепи. Песочницы предназначены для хранения запаса песка; они представляют собой емкости из тонколистовой стали, размещенные у боковых стен кузова. Вверху песочница имеет вы-

ходящий на крышу люк с сеткой, закрытый крышкой, а внизу наклонное дно, люки для чистки и песочную трубу.

Для дозированной подачи песка из песочницы в место контакта колес с рельсами применяют форсунки, которые соединены с трубами песочниц: к форсункам крепят подсыпные трубы с резиновыми рукавами, по которым песок поступает под колеса. Подача песка осуществляется сжатым воздухом.

На электровозах ВЛ10 и ВЛ11 около боковых стен кузова установлено 16 песочниц общим объемом 4000 л. Система пескоподачи предусматривает подачу песка под все колесные пары, однако при движении электровоза песок подается только под наиболее разгруженные первые по ходу колесные пары тележек. Система пескоподачи приводится в действие либо электропневматическими, либо ручными клапанами.

При срабатывании электропневматических клапанов 1 (рис. 58) сжатый воздух из питательной магистрали через фильтр 3, разобщительные краны ПЗ 1-й и ПЗ 2-й секций, электропневматические и переключаемые 4 клапаны поступает в форсунки 5 песочниц I и V колесных пар (при управлении из 1-й кабины машиниста) и песок по подсыпным рукавам 6 подается под колеса этих колесных пар. Если управление ведется из 2-й кабины, то песок поступает под колеса VIII и IV колесных пар.

При нажатии на ручной клапан 2 в 1-й кабине сжатый воздух из питательной магистрали через разобщительный кран П1, клапан 2 и переключаемый клапан 4 поступает в форсунки песочниц I, III, V и VII колесных пар, а при управлении из 2-й кабины приводятся в действие форсунки VIII, VI, IV и II колесных пар.

Песок в форсунки подается из песочниц: песочная труба закреплена накидной гайкой к верхней горловине 9 (рис. 59) чугунного корпуса I форсунки; герметичность соединения достигается постановкой резиновой прокладки. Полость с песком отделена порогом от нижней горловины 11, к которой присоединен подсыпной резиновый рукав. Из-за наклонного положения форсунки и наличия порога

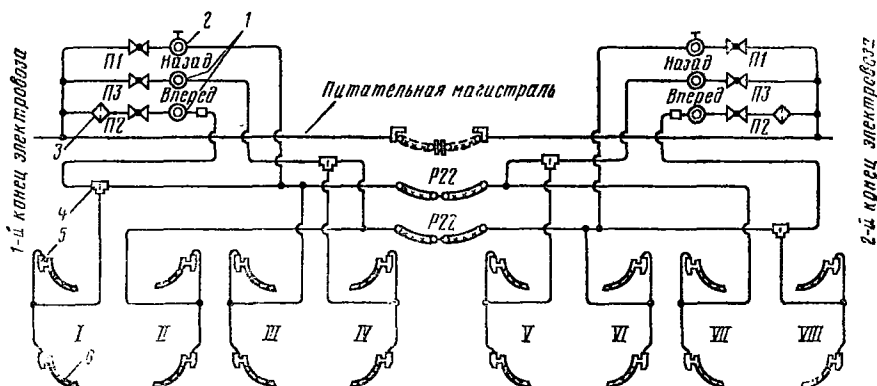


Рис. 58. Схема пневматической цепи пескоподающих устройств

песок самотеком через форсунку в подсыпной рукав не попадает.

Подача песка производится сжатым воздухом, который поступает в форсунку через штуцер 6. Часть воздуха проходит в камеру, закрытую пробкой 7. Большая же часть через канал в болте 3 поступает в кольцевой зазор между соплом 2 и корпусом форсунки, а затем в нижнюю горловину. Из пространства под пробкой 7 воздух поступает через канал 8 в полость, заполненную песком, где разрыхляет песок (поэтому канал 8 называют разрыхлительным), а через сопло 2 — в нижнюю горловину. Потоки сжатого воздуха распределяются таким образом, что в нижней горловине создается разрежение и разрыхленный песок начинает течь в горловину, где подхватывается воздухом и поступает в подсыпной рукав и далее в концевую трубу.

Распределение поступающего в форсунку воздуха регулируют болтом 4, положение которого фиксируют контргайкой 5. Для очистки сопла 2 и разрыхлительного канала следует отвинтить пробку 7; при смерзании или уплотнении песка в форсунке необходимо снять крышку 10.

Системы пескоподачи отечественных электровозов принципиальных отличий не имеют. На электровозах ВЛ8 установлено 16 песочниц общей емкостью 3920 л, на ВЛ23 — шесть емкостью 1400 л.

На электровозах ЧС2 с 1963 г. и ЧС2^т устанавливают шесть песочниц емкостью 1200 л, из которых песок поступает к I, III, IV и VI колесным парам. Песочницы являются элементами каркаса кузова. Песочные трубы проходят сквозь продольные балки рамы кузова к форсункам, расположенным под этими балками. В пневматической цепи пескоподачи имеются редукционные клапаны, поддерживающие постоянное давление 7 кгс/см², клапаны песочниц, обеспечивающие проход воздуха из питательной магистрали к форсункам, и электромагнитные вентили, управляющие работой клапанов песочниц. От форсунок по гибким шлангам, трубам и наконечникам песок подается под колесные пары.

Наибольший эффект от применения песка будет в случае подачи определенного количества песка с установленной скоростью точно в место контакта колеса с рельсом. Песок должен быть чистым и сухим, состав песка и размеры частиц должны соответствовать требованиям технических условий № М-24706. Повышенное содержание влаги, глины и других примесей может привести к закупорке форсунок из-за смерзания песка зимой и слеживания летом.

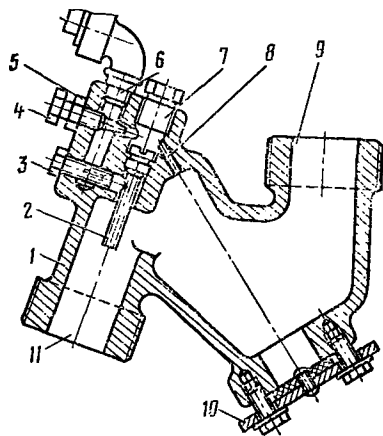


Рис. 59 Форсунка песочницы

ТЯГОВЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

§ 15. Общие сведения о тяговых двигателях и условия их работы

Все электрические машины, предназначенные для работы на электроподвижном составе, называют тяговыми электрическими машинами. На электровозах постоянного тока применяют тяговые электрические машины также постоянного тока.

По назначению тяговые электрические машины подразделяют на тяговые электродвигатели, приводящие во вращение движущие колесные пары, и вспомогательные машины — двигатели и генераторы, обслуживающие собственные нужды электроподвижного состава.

Тяговые электродвигатели преобразуют поступающую из контактной сети электрическую энергию в механическую работу, затрачиваемую на преодоление всех сил сопротивления движению поезда и силы его инерции при ускоренном движении.

Электрические машины обладают свойством обратимости, заключающимся в том, что одна и та же машина может работать как двигатель и как генератор. Благодаря этому тяговые электродвигатели используют не только для тяги, но и для электрического торможения поездов. При таком торможении тяговые двигатели переводят в генераторный режим, а вырабатываемую ими за счет кинетической или потенциальной энергии поезда электрическую энергию гасят в установленных на электровозах резисторах (реостатное торможение) или отдают в контактную сеть (рекуперативное торможение).

Преобразование тяговыми двигателями электрической энергии в механическую работу (в режиме тяги) или механической работы в электрическую энергию (в режиме электрического торможения) сопровождается потерями энергии. Эти потери превращаются в тепло, часть которого затрачивается на нагревание машин, а другая часть передается окружающему воздуху. Наиболее подверженными нагреву в тяговых двигателях являются их обмотки, наибольшая допустимая температура которых ограничена нагревостойкостью применяемой изоляции. Чем больше мощность, которую развивает тяговый двигатель, тем больше потери в нем и тем интенсивнее происходит нагревание его обмоток.

Для снижения температуры нагревания тяговых двигателей применяют принудительную вентиляцию, при которой через двигатели продувают вентилирующий воздух. Необходимый напор вен-

тилирующего воздуха создают специальные вентиляторы, устанавливаемые в кузове электровоза и приводимые во вращение вспомогательными электрическими двигателями. В тяговых двигателях имеются отверстия для входа и выхода вентилирующего воздуха.

На электровозах обычно применяют тяговые двигатели с индивидуальным приводом, при котором каждую движущую колесную пару приводят во вращение через зубчатую передачу от отдельного тягового двигателя.

Однако в последние годы в некоторых зарубежных странах появились электровозы с так называемыми мономоторными (одномоторными) тележками. На таких электровозах все колесные пары каждой тележки приводят во вращение через зубчатые передачи от одного тягового двигателя большой мощности, установленной на этой тележке.

Применение одномоторных тележек несколько снижает склонность электровозов к буксованию. Однако их конструкция получается сложнее, а стоимость и расходы на ремонт более высокими, чем при индивидуальном приводе.

Пространство, в котором размещают тяговые двигатели на электровозах, ограничено, что вызывает соответствующее ограничение их габаритных размеров. Это заставляет предусматривать в современных тяговых двигателях большой мощности по сравнению с обычными стационарными электрическими машинами более высокие электрические и механические нагрузки. Поэтому при изготовлении и ремонте тяговых двигателей используют материалы высокого качества.

Тяговые двигатели электровозов работают в весьма трудных условиях. Диапазон температур, при которых приходится работать тяговым двигателям, колеблется от минус 50 до плюс 40°С (в тени). Их нагрузка в эксплуатации кратковременно превышает номинальную на 50—70%. На двигатели, особенно при опорно-осевом подвешивании, воздействуют большие динамические силы, возникающие при прохождении колесными парами неровностей пути.

Температура обмоток тяговых двигателей в эксплуатации может изменяться на 180°С и более. На изоляцию тяговых двигателей может кратковременно воздействовать напряжение, значительно превосходящее его номинальное значение. Тяговые двигатели расположены под кузовом электровоза, поэтому к защите тяговых двигателей от проникновения в них пыли и влаги предъявляют особые требования.

Высокая надежность работы тяговых двигателей электровозов — очень важное требование эксплуатации, так как выход из строя на линии даже одного тягового двигателя может вызвать задержку в движении поездов на участке большой протяженности. Важное значение для обеспечения безотказной работы тяговых двигателей имеет правильное управление электровозами, базирующееся на глубоком знании устройства тяговых двигателей, их характеристик и эксплуатационных возможностей.

§ 16. Принцип действия тяговых двигателей

При прохождении тока по проводнику, расположенному в магнитном поле (или, как принято говорить, — в магнитном потоке), возникает сила электромагнитного взаимодействия, стремящаяся перемещать проводник в направлении, перпендикулярном проводнику и магнитным силовым линиям. Эта сила пропорциональна произведению значений тока и магнитной индукции магнитного потока. Изменение направления тока в проводнике или магнитного потока (магнитных силовых линий) вызывает изменение направления этой силы.

Одновременное изменение направлений тока и магнитного потока не приведет к изменению направления силы их взаимодействия. На этом свойстве взаимодействия проводника с током и магнитного потока основан принцип работы электрических двигателей, в том числе и тяговых.

Упрощенная принципиальная схема четырехполюсного тягового двигателя постоянного тока показана на рис. 60. К массивному основанию 4 внутри машины прикреплены сердечники полюсов N и S с катушками возбуждения ω . Конструкция сердечников и катушек всех полюсов одинакова. В пространстве между полюсами расположен якорь, который может вращаться в подшипниках. Якорь имеет вал O , на котором укреплен пакет 1 тонких стальных листов, имеющих пазы. В эти пазы уложены изолированные проводники 2 обмотки якоря. На валу укреплен также коллектор, состоящий из медных пластин 3, изолированных друг от друга и от корпуса машины.

Проводники обмотки якоря в определенном порядке присоединены к коллекторным пластинам (на рисунке эти соединения не показаны). На внешней поверхности коллектора установлены щетки положительной (+) и отрицательной (—) полярностей, которые при включении двигателя соединяют коллектор с источником тока. Таким образом, через коллектор и щетки получает питание ток I обмотка якоря двигателя. Для получения в машине магнитного потока Φ , направление силовых линий которого показано на рисунке стрелками, по последовательно соединенным катушкам возбуждения ω пропускают ток I_{ω} .

Коллектор обеспечивает такое распределение тока в обмотке якоря, при котором ток в проводниках, находящихся в любое мгновение времени под полюсами одной полярности, имеет одно направление, а в проводниках, находящихся под полюсами другой полярности, — противоположное. Например, как показано на рисунке, в проводниках, расположенных под полюсами полярности N , ток имеет направление от нас (+), а в проводниках под полюсами полярности S — к нам (·).

Благодаря такому распределению тока силы F взаимодействия магнитного потока и проводников с током стремятся вращать якорь в одном направлении. Для изменения направления вращения якоря, т. е. реверсирования нужно изменить направление действия

этих сил, чего достигают изменением направления тока в обмотке якоря или изменением направления тока только в катушках возбуждения.

Катушки возбуждения и обмотка якоря могут получать питание от разных источников тока, т. е. тяговый двигатель будет иметь независимое возбуждение. Обмотка якоря и катушки возбуждения могут быть соединены параллельно и получать питание от одного и того же источника тока, т. е. тяговый двигатель будет иметь параллельное возбуждение. Обмотка якоря и катушки возбуждения могут быть соединены последовательно, как показано штриховой линией на рисунке, и получать питание от одного источника тока, т. е. тяговый двигатель будет иметь последовательное возбуждение.

Сложным требованиям эксплуатации наиболее полно удовлетворяют двигатели с последовательным возбуждением, поэтому их и применяют на электровозах. При независимом или параллельном возбуждении интенсивность скольжения бандажей колесных пар по рельсам в случае возникновения буксования значительно ниже, чем при последовательном возбуждении двигателей. Поэтому в последнее время начаты разработки электровозов, на которых можно будет применять независимое возбуждение тяговых двигателей.

§ 17. Электромеханические характеристики тяговых двигателей

Электромеханическими, отнесенными к валу тягового двигателя, называют зависимости вращающего момента и частоты вращения якоря от тока машины. Электромеханическими характеристиками, отнесенными к ободам движущих колес, или электротяговыми характеристиками называют зависимости силы тяги, развиваемой двигателем, и скорости движения локомотива от тока двигателя. Характеристики, отнесенные к ободам колес, получают на основании характеристик, отнесенных к валу двигателя.

Силы взаимодействия магнитного потока полюсов с током в проводниках обмотки якоря создают вращающий момент M , который прямо пропорционален магнитному потоку Φ и току машины I , т. е.

$$M = C_m \Phi I,$$

где C_m — постоянный коэффициент, зависящий от числа полюсов, типа обмотки якоря и числа проводников в ней.

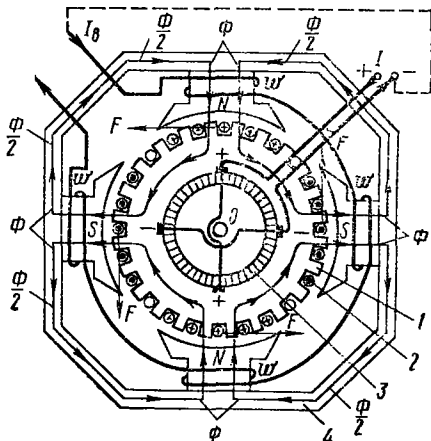


Рис. 60. Упрощенная схема устройства тягового двигателя

Основная часть вращающего момента передается через зубчатую передачу оси ведущей колесной пары локомотива, а небольшая его часть затрачивается на преодоление сопротивления вращению якоря от трения щеток по коллектору и в подшипниках. Для получения графика зависимости вращающего момента от тока необходимо знать зависимость магнитного потока от тока машины. При последовательном возбуждении эта зависимость имеет вид кривой, показанной на рис. 61. При таком возбуждении характеристика зависимости вращающего момента от тока тягового двигателя последовательного возбуждения будет иметь вид кривой, показанной на рис. 62.

Частота вращения n якоря машины зависит от напряжения U_k на ее зажимах, магнитного потока Φ и падения напряжения в обмотках машины $I r_d$, т. е.

$$n = \frac{U_k - I r_d}{C_n \Phi},$$

где r_d — сопротивление обмоток машины; C_n — постоянный коэффициент для машины данного типа.

Сопротивление обмоток двигателя r_d невелико, поэтому падение напряжения $I r_d$ обычно в несколько раз меньше напряжения на зажимах машины и оказывает небольшое влияние на частоту вращения вала двигателя. Это позволяет приближенно считать, что частота вращения вала двигателя прямо пропорциональна напряжению на его зажимах и обратно пропорциональна магнитному потоку.

У двигателя последовательного возбуждения увеличение тока сопровождается повышением магнитного потока (см. рис. 61) и, следовательно, уменьшением частоты вращения, как это видно при рассмотрении скоростной характеристики, показанной на рис. 63 для постоянного по значению напряжения на зажимах тягового двигателя.

Вращающий момент от вала двигателя к оси ведущей колесной пары передают с помощью зубчатых передач. Обычно на валу дви-

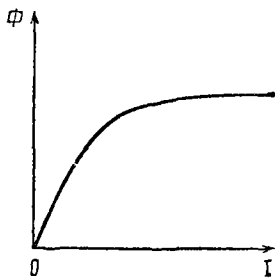


Рис. 61. Характеристика намагничивания тягового двигателя последовательного возбуждения



Рис. 62. Зависимость вращающего момента от тока двигателя последовательного возбуждения

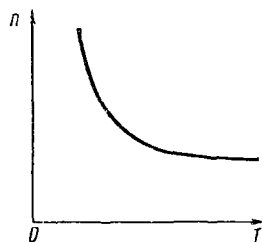


Рис. 63. Зависимость частоты вращения вала от тока двигателя последовательного возбуждения

гателя 2 (рис. 64) устанавливают малое 5, а на оси колесной пары — большое 4 зубчатые колеса. Зубчатые передачи характеризуют передаточным отношением μ , которое равно отношению чисел зубьев или диаметров большого и малого зубчатых колес. Передаточное отношение показывает во сколько раз вращающий момент M_0 на оси колесной пары больше вращающего момента M на валу двигателя и во сколько раз частота вращения оси колесной пары меньше частоты вращения вала двигателя.

Под действием вращающего момента между соприкасающимися поверхностями бандажа 3 и рельса 1 возникает сила трения, которую принято называть силой сцепления колеса с рельсом. Приводимое во вращение двигателем колесо действует на рельс с силой F'_k и вызывает появление равной ей силы F_k , действующей от рельса на колесо. Сила F_k приложена в месте соприкосновения поверхностей бандажа и рельса и направлена по касательной к окружности бандажа, поэтому ее называют касательной силой тяги.

Таким образом, силу тяги локомотива создают его тяговые двигатели, но реализуется она только благодаря наличию трения (сцепления) между колесом и рельсом. Силу тяги F_k , которую развивает тяговый двигатель, можно установить на основании вращающего момента M на его валу. Вращающий момент на оси M_0 в μ раз больше момента на валу, т. е. $M_0 = \mu M$.

Плечо, на котором реализуется касательная сила F_k тяги, равно половине диаметра бандажа, т. е. $D_6/2$, следовательно,

$$F_k = 2 \frac{\mu}{D_6} M.$$

Приближенно можно считать, что сила тяги

$$F_k = 2 \frac{\mu}{D_6} C_m \Phi I,$$

т. е. сила тяги, как и вращающий момент двигателя, пропорциональна его току и магнитному потоку. Поэтому характеристика зависимости силы тяги от тока имеет такой же вид, как и характеристика зависимости вращающего момента двигателя от тока.

Скорость движения электровоза пропорциональна частоте вращения вала тягового двигателя и поэтому зависит от напряжения на зажимах машины, ее магнитного потока и падения напряжения в обмотках, т. е.

$$v = \frac{U_k - I_{гд}}{C_v \Phi}$$

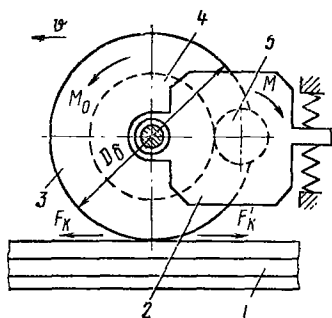


Рис. 64. Схема передачи вращающего момента от вала двигателя к оси ведущей колесной пары

или приближенно

$$v \approx \frac{U_K}{C_v \Phi},$$

где C_v — постоянный коэффициент, зависящий от конструкции двигателя, передаточного отношения и диаметра бандажей колесной пары.

Сравнение формул частоты вращения двигателя и скорости движения показывает, что зависимость скорости движения от тока подобна зависимости частоты вращения от тока.

§ 18. Коммутация тяговых двигателей и компенсация реактивной э. д. с. дополнительными полюсами

Обмотка якоря тягового двигателя состоит из отдельных одновитковых секций, соединенных с коллекторными пластинами. При вращении якоря проводники секций его обмотки перемещаются под полюсами чередующихся полярностей (см. рис. 60), попадая поочередно в различные параллельные цепи обмотки. Переход секций из одной параллельной ветви в другую происходит тогда, когда их проводники, расположенные в пазах якоря, переходят из-под полюса одной полярности под полюс другой.

Процесс переключения секций обмотки якоря из одной параллельной ветви в другую, сопровождающийся изменением направ-

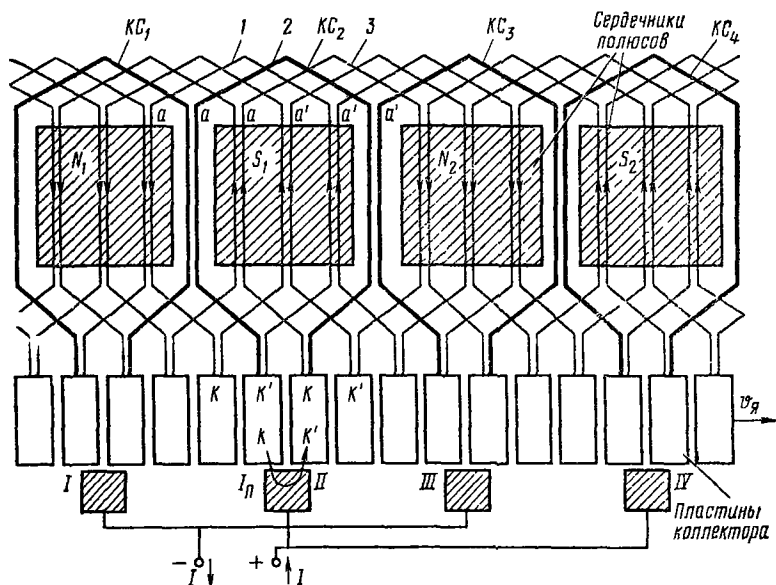


Рис 65. Упрощенная развернутая схема петлевой обмотки якоря и коллектора тягового двигателя

ления тока в этих секциях и их коротким замыканием щеткой, называют коммутацией, а такие секции — коммутируемыми.

Для рассмотрения процесса коммутации разрежем мысленно якорь двигателя вместе с обмоткой и коллектором по радиусу и развернем его (рис. 65). Покажем расположение полюсов N_1 , S_1 , N_2 и S_2 над обмоткой. Стрелкой v_n обозначим направление движения коллекторных пластин и проводников обмотки якоря при его вращении.

Выбрав полярность щеток (плюс и минус), можно отчетливо проследить направления тока в проводниках. Возьмем одну секцию (виток) обмотки, например, с проводниками a и a' , соединенными с коллекторными пластинами K и K' , и проследим изменение направления тока в этом витке при вращении якоря. Пусть в данное мгновение времени рассматриваемая секция проходит положение I , а ее проводники находятся под правыми краями соседних полюсов (a под N_1 и a' под S_1). Ток в рассматриваемом витке в это мгновение направлен против часовой стрелки.

Якорь машины вращается и поэтому в какое-то следующее мгновение секция будет проходить положение 2. В это время ее проводники a и a' находятся между полюсами $N_1—S_1$ и $S_1—N_2$, т. е. на магнитной нейтрали машины, а соединенные с этими проводниками коллекторные пластины окажутся замкнутыми щеткой II . При таком положении секции ее называют коммутируемой.

Проводники a и a' в рассматриваемое мгновение находятся на нейтрали машины, где практически не проходит магнитный поток полюсов. В следующее мгновение выбранная нами секция будет проходить новое положение 3, а ее проводники окажутся под левыми краями полюсов S_1 и N_2 . Теперь эта секция перешла в другую параллельную ветвь обмотки якоря и ток в ней, изменивший свое направление на обратное, направлен не против часовой стрелки, как это было в положении I , а по часовой стрелке.

Такой же процесс изменения тока будет происходить и в других секциях, проводники которых переходят из-под полюсов одной под полюса другой полярности, а соединенные непосредственно с этими проводниками коллекторные пластины будут проходить под щетками. В момент времени, изображенный на рис. 65, коммутируют секции KC_1 , KC_2 , KC_3 и KC_4 .

Учитывая, что проводники коммутируемых секций находятся на нейтрали машины, где практически нет магнитного потока полюсов, можно предположить, что в этих секциях не возникает э. д. с. и нет тока. Однако в действительности это не так. При прохождении тока по проводникам обмотки якоря возникает магнитный поток якоря, который принято называть потоком реакции якоря.

Таким образом, якорь со своей обмоткой (как и полюс с катушкой) представляет собой электромагнит. Силовые линии магнитного потока реакции якоря $\Phi_{р.я}$ выходят из якоря между полюсами (рис. 66), т. е. в зоне магнитной нейтрали машины, там где находятся проводники коммутируемой секции. При пересечении проводниками a и a' потока реакции якоря в них возникает э. д. с.

Известно, что если по проводнику проходит ток, то вокруг проводника возникает магнитный поток. Изменение тока в проводнике вызывает соответствующее изменение этого магнитного потока, что сопровождается появлением в проводнике э.д.с., которую принято называть э. д. с. самоиндукции.

В проводниках коммутируемой секции происходит изменение направления тока, при котором он сначала быстро убывает до нуля, а затем также быстро появляется, но уже имеет другое направление. Такое изменение тока сопровождается появлением в коммутируемой секции э.д.с. самоиндукции, которая направлена навстречу изменению тока, т. е. когда ток убывает, э.д.с. самоиндукции стремится его поддерживать, а когда появляется ток нового направления — она стремится препятствовать его увеличению.

Э.д.с., возникающую в коммутируемых секциях обмотки якоря, принято называть реактивной. Сопротивление коммутируемой секции, замкнутой щеткой, очень мало и поэтому даже небольшая реактивная э.д.с. вызовет появление в такой секции очень большого тока I_{π} (см. рис. 65). Этот ток, проходя через щетки, перегружает их и может вызвать интенсивное искрение у сбегающего с коллекторных пластин края щетки, так как здесь он имеет одинаковое направление с током I нагрузки двигателя.

Напряжение, действующее между пластинами коллектора, может значительно усилить это искрение и даже вызвать его переход в сплошную электрическую дугу (круговой огонь) на коллекторе. Интенсивное искрение и круговой огонь могут приводить к значительным повреждениям коллектора и щеток. Поэтому для улучшения условий работы коллекторов и щеток тяговых двигателей необходимо уменьшать интенсивность искрения под щетками или, как говорят, улучшать коммутацию двигателей.

Интенсивность искрения под щетками можно уменьшить, снизив ток I_{π} , для чего реактивную э.д.с. компенсируют, т. е. создают в коммутируемых секциях обмотки якоря компенсирующую э.д.с., направленную встречно и примерно равную реактивной э.д.с. Для этого в машине между основными (главными) полюсами устанавливают дополнительные полюсы I (рис. 67).

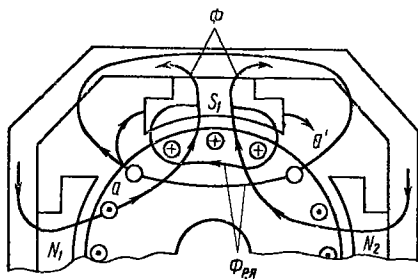


Рис. 66. Схема магнитных потоков главных полюсов Φ и реакции якоря $\Phi_{р.я}$ в тяговом двигателе

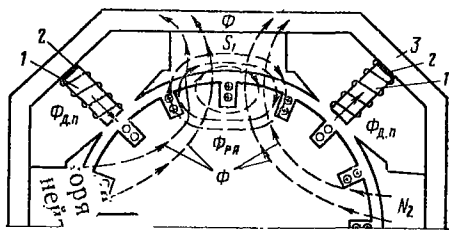


Рис. 67. Сх. магнитных потоков главных полюсов Φ , реакции якоря $\Phi_{р.я}$ и дополнительных полюсов $\Phi_{д.п}$

При наличии дополнительных полюсов результирующая э.д.с. в коммутируемых секциях равна нулю или очень мала, а следовательно, мал или равен нулю ток I_p .

Катушки дополнительных полюсов соединяют между собой и с обмоткой якоря последовательно. Полярность катушек выбирают так, чтобы их магнитный поток был направлен навстречу потоку реакции якоря, а число витков этих катушек выбирают с таким расчетом, чтобы их намагничивающая сила была больше встречно направленной намагничивающей силы реакции якоря.

Магнитный поток реакции якоря и реактивная э.д.с. прямо пропорциональны току в обмотке якоря. Для полной компенсации магнитного потока реакции якоря и реактивной э.д.с. при различной нагрузке машины зависимость между магнитным потоком и током в катушках дополнительных полюсов должна быть также прямо пропорциональной.

Для получения такой зависимости необходимо иметь достаточно большой воздушный зазор на пути магнитного потока дополнительных полюсов. Значительное увеличение воздушного зазора между сердечником дополнительного полюса и якорем весьма нежелательно, так как это приведет к увеличению рассеяния магнитного потока дополнительных полюсов, т. е. к тому, что большая часть магнитного потока дополнительных полюсов с их сердечников будет проходить по воздуху на сердечники соседних главных полюсов и только небольшая часть потока дополнительных полюсов будет попадать в якорь машины и пересекаться проводниками коммутируемых секций.

Во избежание такого большого рассеяния магнитного потока воздушные зазоры между сердечниками дополнительных полюсов и якорем почти не увеличивают, а устанавливают прокладки 2 из немагнитного материала между этими сердечниками и остовом 3 машины, увеличивая тем самым магнитное сопротивление как полезному потоку дополнительных полюсов, так и магнитным потокам рассеяния.

Даже при хорошей компенсации реактивной э.д.с. в коммутируемых секциях якорной обмотки искрение под щетками может быть вызвано причинами механического характера, к которым относят: загрязнение и подгар рабочей поверхности коллектора; установку между коллекторными пластинами неодинаковой по толщине изоляции; выступание изоляции между коллекторными пластинами; повышенный износ подшипников и зубчатой передачи; выбоины на бандажах колес и их ¹⁰толщину; значительные неровности рельсового пути; обледенение ¹¹якоря коллектора; недостаточное нажатие щеток на рабочую поверхность ¹²коллектора, что может вызвать отскакивание их от поверхности коллектора при толчках на стыках; смещение щеток с нейтральной машины; неточную установку зазоров между полюсами и якорем и др.

Поэтому в эксплуатации периодически особо тщательно контролируют состояние коллекторов, щеток и щеткодержателей тяговых двигателей.

§ 19. Потенциальные условия на коллекторах тяговых двигателей и способы их улучшения

Дополнительные полюсы компенсируют поток реакции якоря только между главными полюсами. Под главными полюсами поток реакции якоря $\Phi_{р.я}$ остается. Он проходит по стали якоря, воздушному зазору и поперек сердечников главных полюсов (см. рис. 66 и 67). Характерно, что под одной половиной сердечника каждого главного полюса магнитный поток реакции якоря $\Phi_{р.я}$ проходит в одном направлении с потоком Φ главных полюсов и усиливает его, а под другой половиной сердечника эти потоки направлены встречно и поэтому здесь поток реакции якоря ослабляет основной магнитный поток машины. Плотность магнитного потока под сердечниками главных полюсов оказывается неодинаковой. При движении проводников секции обмотки якоря в неравномерном по плотности магнитном потоке большая э.д.с. будет в тех проводниках, которые в данный момент движутся в зоне усиленного магнитного потока. Это в свою очередь приведет к тому, что напряжение между смежными пластинами коллектора, соединенными с такими секциями, будет больше, чем напряжение между смежными пластинами коллектора, проводники которых находятся в зоне ослабленного магнитного потока.

У двигателей такое повышение напряжения возникает между коллекторными пластинами, движущимися вблизи сбегающих краев щеток, что при наличии искрения у этих краев щеток может вызвать круговой огонь по коллектору. Таким образом, магнитный поток реакции якоря вызывает неравномерность плотности магнитного потока под главными полюсами и как следствие этого напряжение между смежными пластинами коллектора оказывается неодинаковым.

По величине и характеру распределения напряжений между смежными коллекторными пластинами оценивают потенциальные условия на коллекторах тяговых двигателей. Чем меньше эти напряжения и чем равномернее они распределены по окружности коллектора, тем менее вероятно возникновение кругового огня и тем лучше потенциальные условия на коллекторе двигателя.

Известно несколько способов улучшения потенциальных условий на коллекторах тяговых двигателей. Одним из наиболее распространенных способов является применение увеличенных воздушных зазоров между сердечниками главных полюсов и якорями тяговых двигателей. В этом случае воздушный зазор делают значительно большим, чем требуется по условиям технологии изготовления машины. Такое увеличение воздушного зазора повышает магнитное сопротивление магнитным потокам реакции якоря и главных полюсов. При этом для получения требуемого магнитного потока главных полюсов увеличивают число витков катушек этих полюсов.

Однако увеличение воздушного зазора и повышение магнитного сопротивления потоку реакции якоря значительно снижает иска-

жающее влияние реакции якоря на плотность магнитного потока под главными полюсами и на распределение напряжений между смежными пластинами коллектора по его окружности.

Кроме увеличения воздушных зазоров, в тяговых двигателях некоторых типов применяют так называемые неконцентрические расходящиеся воздушные зазоры, при которых расстояние от якоря до середины полюса под краями полюса больше, чем по его середине. Это повышает магнитное сопротивление под краями сердечника полюса и, следовательно, позволяет снизить напряжение между смежными коллекторными пластинами, движущимися вблизи сбегающих краев щеток, и повысить тем самым устойчивость машины против круговых огней на коллекторе.

Другим очень эффективным способом улучшения потенциальных условий на коллекторах тяговых двигателей является применение специальных компенсационных обмоток, магнитный поток которых компенсирует поток реакции якоря под главными полюсами. Компенсационные обмотки выполняют в виде катушек, проводники которых помещают в пазы 1 (рис. 68), предусмотренных для этого в сердечниках 2 главных полюсов.

Катушки компенсационных обмоток включают в цепь тока двигателя последовательно с обмоткой якоря и катушками дополнительных полюсов. Направление тока в проводниках компенсационной обмотки, расположенных в пазах одного полюса, должно быть одинаковым и встречным направлению тока в проводниках обмотки якоря, расположенных в пазах якоря, которые находятся в данное мгновение под этим полюсом.

При таком направлении тока в проводниках компенсационной обмотки магнитный поток этой обмотки $\Phi_{к.о}$ направлен навстречу потоку $\Phi_{р.л}$ реакции якоря под главными полюсами и компенсирует его. Поэтому при наличии в машине компенсационной обмотки поток реакции якоря под главными полюсами почти отсутствует, а распределение напряжений между смежными пластинами коллектора оказывается достаточно равномерным.

Для получения одинакового направления тока во всех проводниках компенсационной обмотки, расположенных в пазах одного полюса, катушки компенсационной обмотки размещают в машине так, что проводники одной стороны катушки оказываются в пазах

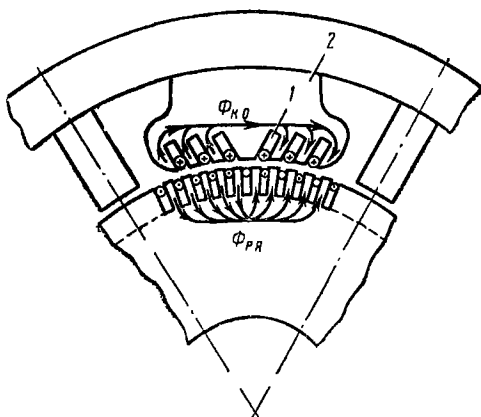


Рис. 68 Схема магнитных потоков компенсационной обмотки $\Phi_{к.о}$ и реакции якоря $\Phi_{р.л}$

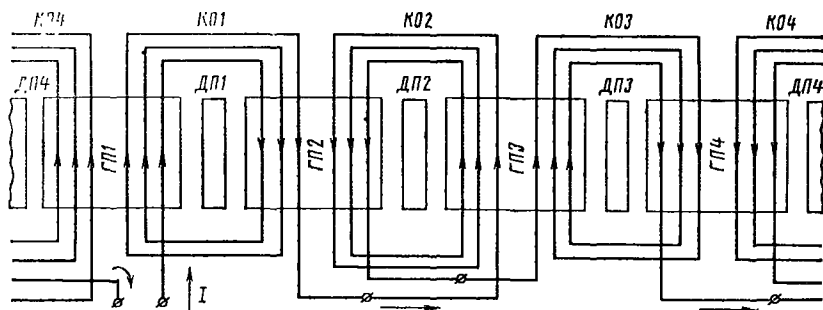


Рис. 69. Упрощенная развернутая схема компенсационной обмотки тягового двигателя

одного полюса, а проводники другой стороны — в пазах соседнего главного полюса (рис. 69).

Получающиеся при этом направления тока I в их проводниках показаны на схеме стрелками. При таком расположении катушки компенсационных обмоток $К01—К04$ охватывают дополнительные полюсы соответственно $ДП1—ДП4$.

Интересно, что общий расход меди на изготовление всех обмоток машины с компенсационными обмотками заметно меньше, чем при изготовлении машин такой же мощности, но без компенсационных обмоток. Это происходит вследствие того, что в машинах с компенсационными обмотками воздушный зазор между якорем и сердечниками главных полюсов в 2—3 раза меньше, чем в машинах без компенсационных обмоток, а это приводит к уменьшению числа витков катушек главных полюсов почти в 2 раза. Кроме этого, катушки компенсационной обмотки охватывают дополнительный полюс и как бы подмагничивают его сердечник, что позволяет сократить примерно в 2 раза число витков катушек дополнительных полюсов. Сокращение расхода меди за счет сокращения чисел витков катушек главных и дополнительных полюсов оказывается большим, чем расход меди на изготовление компенсационной обмотки.

Однако применение компенсационных обмоток несколько усложняет технологию изготовления тяговых двигателей.

В настоящее время компенсационные обмотки применяют на современных мощных тяговых двигателях типа ТЛ-2К электровозов постоянного тока ВЛ110.

§ 20. Принципы управления тяговыми двигателями в режиме тяги

В процессе работы электровозов возникает необходимость изменения направления движения. Для этого изменяют направление вращения тяговых двигателей, т. е. их реверсируют. Во время ра-

боты электровоза на линии необходимо регулировать его силу тяги и скорость движения в зависимости от условий движения, к которым относят: профиль пути, массу поезда и допустимую на данном участке скорость движения.

При изменении сопротивления движению поезда, например, при переходе с горизонтального участка пути на уклон или наоборот его скорость также изменяется, что сопровождается автоматическим изменением тока и силы тяги двигателей по их характеристикам. Кроме этого, на электровозах предусматривают регулирование машинистом тока двигателей, а следовательно, силы тяги и скорости движения.

Для изменения направления движения восьмиосных электровозов ВЛ8 и ВЛ10 изменяют только направление тока в обмотках якорей тяговых двигателей (рис. 70). На электровозах других серий изменения направления движения достигают изменением направления магнитного потока в тяговых двигателях, для чего изменяют направление тока в катушках главных полюсов, т. е. в обмотках возбуждения (рис. 71).

При отключении контактов Bn (вперед) и включении контактов $Hз$ (назад) направление тока в обмотке возбуждения w_b или в обмотке якоря будет изменено на обратное, как показано штриховыми линиями со стрелками. Это вызывает изменение направления вращения якоря двигателя, а следовательно, и направления движения электровоза.

Для переключения обмоток возбуждения или якоря при реверсировании тяговых двигателей используют специальные переключающие аппараты-реверсоры, которые устанавливают в кузове электровоза.

Скорость движения при постоянном по значению токе двигателя, а следовательно, и его магнитном потоке практически пропорциональна напряжению на зажимах машины. Поэтому для регулирования скорости движения электровозов изменяют напряжение на зажимах тяговых двигателей. На электровозах постоянного тока

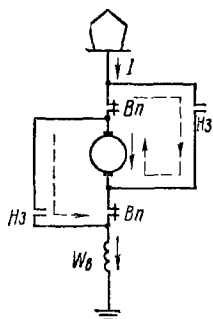


Рис 70 Схема переключения обмоток якоря тягового двигателя при реверсировании

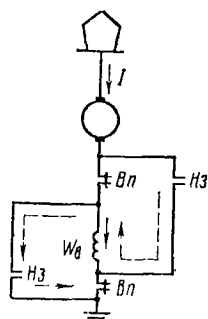


Рис 71. Схема переключения обмоток возбуждения тягового двигателя при реверсировании

тяговые двигатели переключают с одного соединения на другое и вводят в их цепи пусковые резисторы (сопротивления).

При последовательном соединении нескольких двигателей напряжение на каждом из них равно напряжению сети, деленному на число последовательно соединенных двигателей. Чем большее число двигателей соединено последовательно, тем меньше напряжение на каждом из них и тем меньше скорость движения при одном и том же токе нагрузки этих двигателей. Если в цепь тяговых двигателей введен пусковой резистор R_{Π} , то напряжение U_{κ} на каждом из них определяется как разность напряжения контактной сети U_c и падения напряжения на этом резисторе $R_{\Pi}I$, деленная на число n_c последовательно соединенных двигателей, т. е.

$$U_{\kappa} = \frac{U_c - R_{\Pi} I}{n_c}.$$

На электровозах постоянного тока используют последовательное (С), последовательно-параллельное (СП) и параллельное (П) соединения тяговых двигателей (рис. 72).

Токоведущие детали электровозов постоянного тока изолируют на номинальное напряжение на токоприемнике, т. е. на 3000 В. Однако тяговые двигатели рассчитывают и строят на напряжение на их зажимах, равное 1500 В. Поэтому к контактной сети с напряжением 3000 В всегда подключают не менее двух последовательно соединенных двигателей.

Соединение двигателей, при котором в каждой параллельной цепи по два двигателя включены последовательно, условно называют параллельным. Обмотки якорей и возбуждения двигателей одной параллельной цепи можно включать в любой последовательности. Обычно там, где это возможно, включают последовательно сначала обмотки якорей двух двигателей, а затем соединенные между собой последовательно обмотки возбуждения.

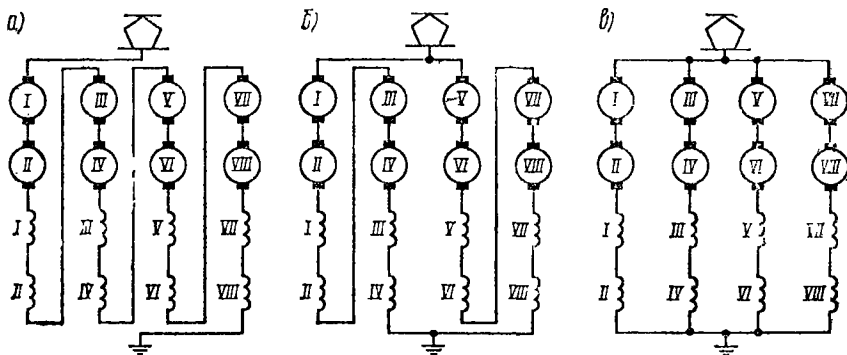


Рис. 72. Электрические цепи тяговых двигателей восьмисосного электровоза при последовательном (а), последовательно-параллельном (б) и параллельном (в) соединениях

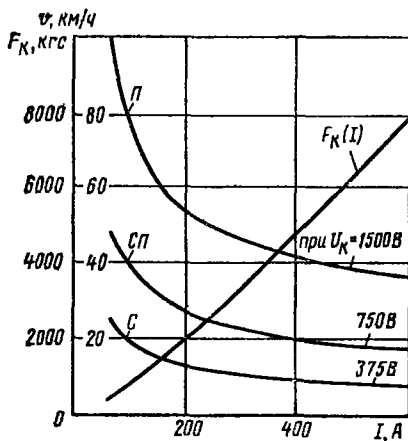


Рис 73 Электротяговые характеристики тяговых двигателей НБ-406 электровоза ВЛ8

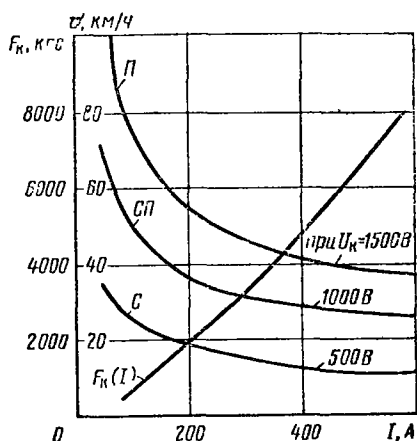


Рис 74 Электротяговые характеристики тяговых двигателей НБ-406 электровоза ВЛ123

При параллельном соединении: на восьмиосном и шестиосном электровозах напряжение на зажимах двигателей одинаково — 1500 В — и поэтому их скоростные характеристики также одинаковы (рис. 73 и 74).

При последовательно-параллельном соединении двигателей на восьмиосном электровозе в каждой параллельной цепи включено по четыре двигателя, а на шестиосном электровозе — по три. Напряжение на зажимах двигателей восьмиосного электровоза составляет в этом случае 750 В, а шестиосного электровоза 1000 В.

При последовательном соединении двигателей напряжение на каждом из них составляет 375 В на восьмиосном электровозе и 500 В — на шестиосном. Этой разницей в напряжениях на двигателях и объясняется различие в скоростных характеристиках двигателей НБ-406 при их работе на электровозах ВЛ8 и ВЛ123.

Сила тяги двигателя зависит от тока и магнитного потока машины и не зависит непосредственно от напряжения на зажимах двигателей. Поэтому при разном напряжении на зажимах двигателей, например при их различных соединениях, но одинаковом токе сила тяги будет также одинаковой и ее можно определять по одной и той же характеристике $F_K(I)$. Однако если изменение напряжения на зажимах двигателя вызовет изменение тока, то это приведет и к изменению силы тяги.

При вращении якоря двигателя в его обмотках возникает наведенная навстречу току э.д.с., которую принято называть противо-э.д.с. Противо-э.д.с. зависит от частоты вращения якоря и магнитного потока в машине. Чем больше частота вращения якоря двигателя, а следовательно, и скорость движения электровоза, тем больше противо-э.д.с. и тем меньше ток нагрузки машины при постоянном напряжении на ее зажимах. При скорости движения, рав-

ной нулю, в тяговых двигателях противо-э.д.с. не возникает. Поэтому ток двигателей можно определить по закону Ома, т. е. разделив напряжение сети на сумму сопротивлений обмоток всех последовательно включенных машин.

Сопротивление обмоток одного двигателя составляет примерно 0,1—0,15 Ом. Поэтому при включении на напряжение сети даже нескольких последовательно соединенных невращающихся тяговых двигателей их ток окажется в несколько раз больше предельно допустимого. Даже кратковременное действие такого тока приведет к серьезным повреждениям машин.

Для ограничения тока двигателей при пуске электровозов, когда скорость движения, а следовательно, и противо-э.д.с. тяговых двигателей малы, в их цепи вводят специальные пусковые резисторы. Падение напряжения на этих резисторах уменьшает напряжения на зажимах двигателей, а следовательно, и их ток.

Ограничение тока включением в цепи тяговых двигателей пусковых резисторов применяют на каждом соединении. Эти резисторы регулируют ступенями. Каждой ступени пусковых резисторов соответствуют определенные скоростные характеристики.

При уменьшении тока двигателей уменьшается падение напряжения на пусковых резисторах и увеличивается напряжение на зажимах двигателей. Увеличение скорости движения в этом случае происходит как в результате уменьшения магнитного потока при снижении тока двигателей, так и за счет повышения напряжения на зажимах двигателей. Поэтому с уменьшением тока скоростные характеристики при включенных пусковых резисторах более круто поднимаются вверх, чем при выведенных резисторах.

Включение и выключение пусковых резисторов, т. е. переходы с одной пусковой характеристики на другую, сопровождаются резкими изменениями напряжения на зажимах двигателей. Скорость движения поезда, обладающего большой механической инерцией, не может измениться также быстро как изменяется напряжение на зажимах двигателей. Поэтому переходы с одной ступени пускового резистора на другую сопровождаются резким изменением тока и силы тяги двигателей.

При прохождении тока по пусковым резисторам в них теряется значительная часть электрической энергии, поступающей из контактной сети. Поэтому такой способ регулирования силы тяги и скорости является неэкономичным. Его применяют кратковременно только во время пуска — до выхода на выбранную автоматическую характеристику.

Характеристики тяговых двигателей показывают, что при увеличении скорости движения ток, а следовательно, и сила тяги значительно уменьшаются. Указанное уменьшение тока при повышении скорости движения происходит из-за повышения противо-э.д.с. двигателей. При увеличении скорости движения противо-э.д.с. двигателей возрастает, несмотря на уменьшение тока и соответствующего ему снижения магнитного потока.

Для увеличения реализуемых электровозами тока, силы тяги и мощности, что особенно важно в зоне высоких скоростей движения, применяют регулирование возбуждения тяговых двигателей. Уменьшения магнитного потока при том же токе в якоре достигают благодаря снижению тока только в обмотках возбуждения двигателей. Для этого на электровозах параллельно обмоткам возбуждения ω_1 и ω_2 двигателей I и II (рис. 75) подключают шунтирующий резистор $R_{ш}$, замыкая контакты *ОП1*. Последовательно с резистором включают индуктивный шунт *ИШ* для уменьшения бросков тока двигателей при случайных резких изменениях напряжения на токоприемнике электровоза. Сопротивление шунтирующего резистора регулируют ступенями, замыкая или размыкая контакты *ОП1*, *ОП2*, *ОП3* и *ОП4*.

При включении этих контактов ток, проходящий по обмоткам якорей тяговых двигателей, распределяется между обмотками возбуждения и шунтирующей цепью обратно пропорционально их сопротивлениям, т. е. чем меньше сопротивление шунтирующей цепи, тем меньшая часть тока двигателей проходит по обмоткам возбуждения и тем больше будет ослаблен магнитный поток машины.

Ослабление магнитного потока оценивают коэффициентом регулирования возбуждения β , который показывает, какая часть тока якоря проходит по обмоткам возбуждения. Если, например $\beta=0,5$ или $\beta=0,3$, то это означает, что по обмоткам возбуждения проходит 50 или 30% тока якоря. Чем меньше этот коэффициент, тем более глубоко ослаблено возбуждение двигателя.

Выясним влияние уменьшения магнитного потока на скорость движения и силу тяги двигателя при одном и том же токе в обмотке якоря. Так как скорость движения обратно пропорциональна магнитному потоку двигателя, а сила тяги двигателя прямо пропорциональна этому потоку, поэтому при одном и том же токе нагрузки машины скорость при ослабленном возбуждении будет больше, а сила тяги меньше, чем при полном возбуждении, когда контакты *ОП1* выключены.

На электровозах постоянного тока регулирование возбуждения применяют при любом соединении двигателей после выведения из их цепей пусковых резисторов. При введенных в цепь двигателей пусковых резисторах регулирование возбуждения не применяют, так как это увеличило бы потери энергии в этих резисторах. Ток, силу тяги и скорость движения в этом случае повышают только уменьшением сопротивления пусковых резисторов.

Из электротяговых характеристик (рис. 76) видно, что значения скорости, соответствующие одному и тому же току нагрузки машины, при любом из четырех ступеней ослабления возбуждения *ОП1*, *ОП2*, *ОП3* и *ОП4* для параллельного соединения двигателей, последовательно-параллельного и последовательного выше, чем при полном возбуждении *ПП*, а соответствующее значение силы тяги — ниже.

Рассмотрим, как изменяются ток нагрузки, сила тяги двигателя и скорость движения электровоза при переходе с полного возбуж-

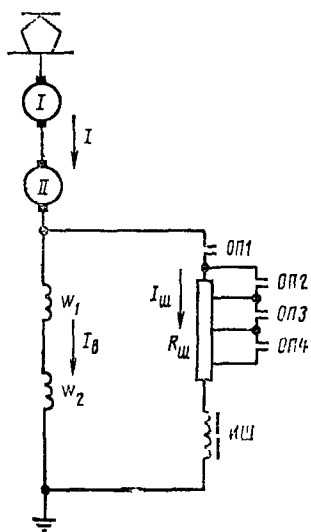


Рис. 75. Схема шунтирования обмоток возбуждения w_1 и w_2 резистором $R_{ш}$

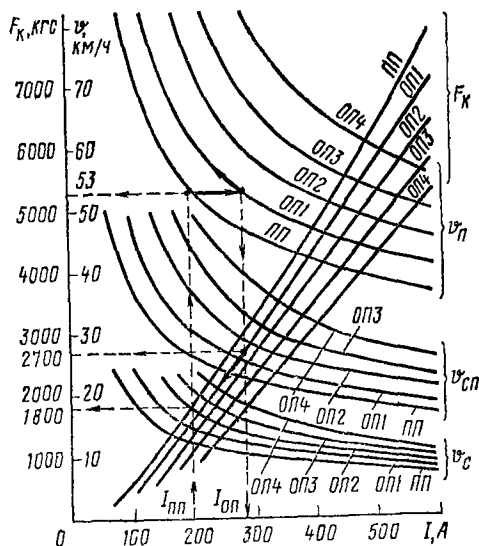


Рис. 76. Электротяговые характеристики тягового двигателя НБ 406 электровоза ВЛ8 при регулировании возбуждения

дения на ослабленное. Допустим, что при токе $I_{оп} = 200$ А двигатель работал при полном возбуждении на параллельном соединении со скоростью 53 км/ч и развивал силу тяги 1800 кгс. При этих условиях машинист включил первую ступень регулирования возбуждения ОП1. Скорость движения поезда, обладающего большой механической инерцией, не может быстро измениться. Поэтому произойдет быстрое увеличение тока с 200 А до значения $I_{оп}$, примерно равного 285 А. При этом сила тяги возрастет с 1800 до 2700 кгс, т. е. на 900 кгс.

Если сила тяги электровоза окажется больше сопротивления движению поезда, то будет происходить повышение скорости движения, при котором ток двигателя и сила тяги будут уменьшаться по соответствующим характеристикам первой ступени регулирования возбуждения (ОП1). Скорость будет повышаться до тех пор, пока уменьшающаяся сила тяги электровоза не станет равна увеличивающейся силе сопротивления движению поезда. Таким образом, ослаблением возбуждения получают увеличение тока и силы тяги.

Наиболее глубокое регулирование возбуждения двигателей ограничено потенциальными условиями на их коллекторах, так как при ослаблении магнитного потока усиливается неравномерность распределения напряжений между смежными коллекторными пластинами. В современных тяговых двигателях применяют глубокое регулирование возбуждения, так как это позволяет получить высокие скорости движения в результате повышения силы тяги при регулировании возбуждения.

§ 21. Работа тяговых двигателей при реостатном торможении

Для реостатного торможения двигатели отключают от контактной сети и включают на тормозные резисторы, в качестве которых на электровозах постоянного тока используют пусковые резисторы. При этом тяговые двигатели работают генераторами и их ток имеет одинаковое направление с э. д. с.

Различают две основные системы реостатного торможения: с последовательным самовозбуждением двигателей и с независимым регулируемым возбуждением. При системе с самовозбуждением двигателей обмотки возбуждения остаются соединенными последовательно с обмотками их якорей. Ток двигателей и их тормозную силу изменяют ступенчатым регулированием сопротивления тормозных резисторов.

При включении машины на тормозной резистор первоначальное появление тока в ее цепи вызывает остаточная э. д. с., возникающая в результате небольшого (остаточного) магнитного потока, который сохраняется в машине после отключения тока предшествующего тягового режима. Остаточная э. д. с. F_0 в машине имеет то направление, которое имела ее противо-э.д.с. E в тяговом режиме (рис. 77).

Во время перехода машины в генераторный режим ток, возникающий под действием остаточной э. д. с., будет иметь встречное направление относительно направления I_d , создавшего остаточный магнитный поток. Поэтому возникающий под действием остаточной э. д. с. ток полностью размагнитит машину и реостатное торможение будет невозможно.

Чтобы реостатное торможение было возможно, ток I_t , создаваемый остаточной э. д. с., должен не размагничивать, а подмагничивать машину. Для этого его направление в обмотках возбуждения I , II должно совпадать с направлением тока I_d предшествующего тягового режима (рис. 77, а). Такое направление тока получают при переключении обмоток возбуждения контактами реверсора (рис. 77, б).

Если в тяговом режиме были замкнуты контакты реверсора Bn , то при переходе на реостатное торможение их размыкают и замыкают контакты $Hз$. При этом ток I_t подмагничивает машины и их общая э. д. с. увеличивается, что вызывает увеличение тока I_t до которого установившегося значения, зависящего от скорости движения и сопротивления резистора R_t . Для регулирования тока I_t , а следовательно, и тормозной силы двигателей ступенями изменяют сопротивление резистора R_t с помощью контактов 1—4.

Во время реостатного торможения при параллельном включении машин последовательного возбуждения каждую группу, состоящую из одной или нескольких последовательно соединенных машин, включают на отдельный тормозной резистор, а при включении на общий тормозной резистор применяют перекрестное включение обмоток возбуждения (рис. 78). Контакты реверсора, переключа-

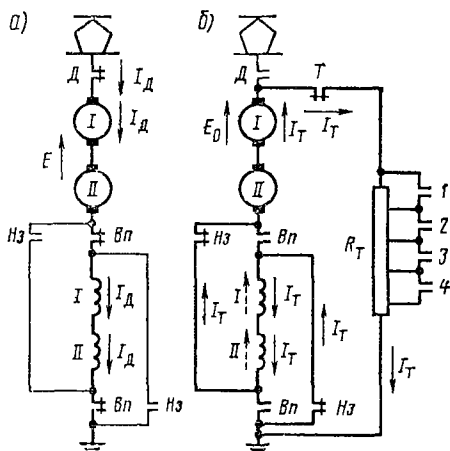


Рис. 77. Электрические цепи тяговых двигателей

а — в тяговом режиме *б* — в режиме реостатного торможения при последовательном самовозбуждении

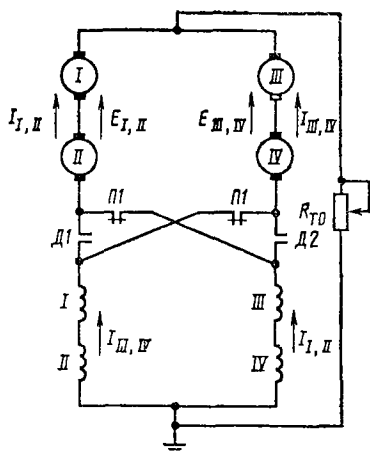


Рис. 78. Электрические цепи тяговых двигателей с общим тормозным резистором и перекрестным включением обмоток возбуждения

ющие обмотки возбуждения при переходе на реостатное торможение, на этой схеме не показаны. Для перекрестного включения обмоток возбуждения перед переходом на реостатное торможение размыкают контакты *Д1* и *Д2* (замкнутые в тяговом режиме) и замыкают контакты *П1* и *П2*. При таком включении ток двигателей одной параллельной цепи проходит по обмоткам возбуждения другой параллельной цепи.

Если по какой-либо причине э. д. с. $E_{I,II}$ и ток $I_{I,II}$ в обмотках якорей *I*, *II* двигателей окажутся больше, чем э. д. с. $E_{III,IV}$ и ток $I_{III,IV}$, то при этом и ток в обмотках возбуждения *III*, *IV* двигателя будет больше, чем в обмотках *I* и *II*. Это будет сопровождаться соответствующими повышениями э. д. с. и тока *III*, *IV* двигателей.

Таким образом, перекрестное включение обмоток возбуждения обеспечивает устойчивую работу машин последовательного возбуждения на общий тормозной резистор.

При системе реостатного торможения с независимым возбуждением тяговых двигателей их обмотки возбуждения отключают от обмоток якорей и подключают к специальному источнику тока. В этой системе возможна работа тяговых двигателей как на отдельные, так и на общие тормозные резисторы. Э. д. с. двигателя как в тяговом, так и в тормозном режиме прямо пропорциональна скорости движения и магнитному потоку. Ток генераторного (тормозного) режима прямо пропорционален э. д. с. двигателя, которая в свою очередь прямо пропорциональна магнитному потоку двигателя и скорости движения. При независимом возбуждении двигателей ток и тормозную силу обычно регулируют изменением их магнитных потоков, а следовательно, и э. д. с. Для изменения маг-

нитного потока регулируют ток в обмотке возбуждения двигателя, получающей питание от регулируемого источника тока. Подобная система реостатного торможения применена на скоростных пассажирских электровозах ЧС2^т.

§ 22. Работа тяговых двигателей при рекуперативном торможении

Тяговые двигатели при рекуперативном торможении работают генераторами и отдают вырабатываемую ими энергию в контактную сеть. Такой режим работы возможен только тогда, когда сумма э. д. с. последовательно соединенных двигателей несколько больше напряжения контактной сети у токоприемника электровоза. У машин последовательного возбуждения при любой скорости движения эта сумма э. д. с. всегда меньше напряжения сети и поэтому они не могут перейти в режим рекуперации. Для требующегося при рекуперации повышения э. д. с. двигателей необходимо иметь возможность регулировать их магнитный поток независимо от тока в обмотках якорей и скорости движения электровоза. Поэтому при рекуперативном торможении тяговые двигатели переводят на независимое возбуждение. Для этого обмотки возбуждения выводят из цепей якорей машин и подключают их к вспомогательному генератору, приводимому во вращение специальным двигателем, получающим питание от контактной сети. Этот агрегат, состоящий из генератора и двигателя, принято называть преобразователем, а генератор преобразователя — генератором возбуждения.

Однако при независимом возбуждении неизбежные в эксплуатации относительно небольшие резкие изменения напряжения сети вызывают недопустимо большие броски тока рекуперации. Значение тока двигателей при рекуперации определяется разностью суммарной э. д. с. последовательно включенных машин и напряжения контактной сети, деленной на сопротивление обмоток машин, включенных последовательно в цепь тока рекуперации. Общее сопротивление обмоток машин относительно мало: составляет обычно десятые доли ома. Поэтому даже относительно небольшие резкие изменения разности суммарной э. д. с. и напряжения сети вызывают очень большие резкие броски тока рекуперации, которые могут привести к срыву режима.

Для ограничения бросков тока рекуперации при резких изменениях напряжения контактной сети необходимо, чтобы э. д. с. двигателей изменялась автоматически примерно так же, как и напряжение сети. Соответствующего изменения э. д. с. можно достигнуть, обеспечив автоматическое изменение магнитного потока машин при изменениях напряжения сети. Для этого на электровозах применяют рекуперативное торможение с противовозбуждением генераторов преобразователей (электровозы ВЛ8, ВЛ10).

Упрощенная схема с противовозбуждением генератора возбуждения для одного тягового двигателя показана на рис. 79. вспомо-

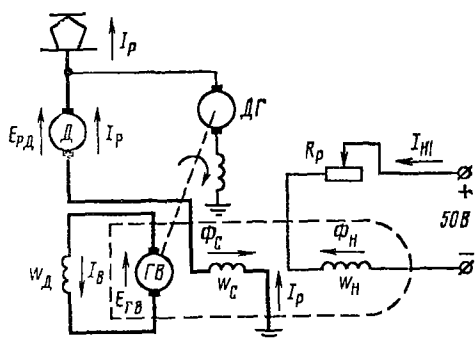


Рис. 79. Упрощенная схема рекуперативного торможения с противовозбуждением генератора возбуждения

гательный двигатель ДГ приводит во вращение генератор ГВ, от которого получает питание обмотка w_d возбуждения тягового двигателя Д, работающего в режиме рекуперативного торможения. На каждом из полюсов генератора ГВ расположено по две соединенные последовательно многовитковые катушки w_n независимого возбуждения, которые получают питание током I_n от установленного на электровозе вспомогательного генератора тока

управления через регулировочный резистор R_p . Этот резистор регулируют ступенями с помощью тормозной рукоятки контроллера управления.

Катушки w_c , имеющие мало витков из меди большого сечения, включены в цепь тока рекуперации. Их намагничивающая сила направлена навстречу намагничивающей силе обмотки независимого возбуждения w_n , т. е. магнитные потоки обмотки независимого возбуждения Φ_n и обмотки w_c , включенной последовательно с тяговым двигателем, Φ_c направлены встречно. Обмотки возбуждения генератора ГВ выполнены так, что намагничивающая сила независимой обмотки w_n обычно в несколько раз больше, чем обмотки w_c . Поэтому обмотка независимого возбуждения своей намагничивающей силой создает магнитный поток в генераторе ГВ, а намагничивающая сила обмотки w_c — только уменьшает его.

Принцип действия системы следующий. При резком изменении напряжения сети, например, при резком его уменьшении ток рекуперации начинает возрастать, что вызывает увеличение размагничивающего влияния обмотки w_c , снижение магнитного потока Φ_n , а следовательно, и э. д. с. $E_{г.в}$ генератора возбуждения ГВ.

Уменьшение этой э. д. с. сопровождается снижением тока возбуждения, магнитного потока и э. д. с. $E_{р.д}$ двигателя Д, работающего в режиме рекуперации, что и ограничивает дальнейшее увеличение тока рекуперации. При резком увеличении напряжения сети автоматически возрастает э. д. с. рекуперирующего двигателя. Хотя такая система и не исключает полностью бросков тока при резких изменениях напряжения сети, она существенно ограничивает их величину. Тяговые двигатели при рекуперативном торможении обычно работают с более высоким напряжением (достигающим 1800—1900 В) на их зажимах, чем в тяговом режиме. В отдельных случаях напряжение на зажимах двигателей может достигнуть наибольшего допустимого значения и даже превысить его. Поэтому на электровозах с рекуперацией применяют устройства

для контроля и ограничения напряжения на зажимах двигателей в пределах, допустимых по потенциальным условиям на коллекторах.

При независимом возбуждении двигателей в режиме рекуперации можно получить различные соотношения токов якорей и возбуждения. При малых возбуждениях и больших токах якорей потенциальные условия на коллекторах машин ухудшаются, так как в этом случае сильный поток реакции якоря оказывает искажающее влияние на плотность магнитных силовых линий слабого потока главных полюсов.

Во избежание возникновения кругового огня на коллекторе двигателя в режиме рекуперации допустимое отношение тока якоря двигателя к току его возбуждения ограничивают. Так например, при параллельном соединении двигателей наибольшая величина отношения тока якоря к току возбуждения двигателя на электро-возах ВЛ8 составляет 2,8.

§ 23. Номинальные и предельно допустимые параметры тяговых двигателей

Номинальными параметрами машины называют ток, мощность, частоту вращения и к. п. д. машины, соответствующие определенному установленному стандартом режиму ее работы, а также напряжение, для которого выполнен расчет машины и приведены ее типовые характеристики.

Для тяговых двигателей ГОСТ 2582—72 устанавливает два таких режима: часовой и продолжительный.

Часовой режим определяется наибольшим током, который при работе тягового электродвигателя на испытательном стенде в течение одного часа с возбуждением, предусмотренным для этого режима, и нормально действующей вентиляцией не вызывает превышений температуры его частей над температурой охлаждающего (окружающего) воздуха выше установленных нормами для соответствующего класса нагревостойкости изоляции. Напряжение на зажимах двигателя при таких испытаниях должно быть номинальным, а температура его частей перед испытаниями должна быть практически равна температуре окружающего воздуха.

Продолжительный режим определяется наибольшим током, который при работе электродвигателя на испытательном стенде в течение неограниченного времени с возбуждением, соответствующим этому режиму, и нормально действующей вентиляцией не вызывает превышений температуры его частей выше установленных нормами. Напряжение на зажимах машины при испытаниях должно быть номинальным, а температуры ее частей перед испытаниями могут быть любыми в допустимых пределах.

Срок службы некоторых частей тяговых двигателей зависит от температуры их нагрева в эксплуатации. Поэтому ГОСТ устанавливает предельно допустимые при испытаниях и в эксплуатации

превышения температур обмоток и коллекторов, а также предельно допустимую температуру якорных подшипников тяговых электрических машин.

Предельно допустимые превышения температур обмоток и коллекторов зависят от класса нагревостойкости изоляции и составляют при изоляции класса В: 120°C — для обмоток якорей, 130°C — для обмоток полюсов и 95°C — для коллекторов; при более нагревостойкой изоляции класса Н: 160°C — для обмоток якорей, 180°C — для обмоток полюсов и 105°C — для коллекторов. Температура якорных подшипников не должна превышать 100°C .

Номинальные часовой и продолжительный токи тяговых двигателей обычно ограничены нагреванием обмоток якоря или полюсов. Их устанавливают при типовых испытаниях, которым подвергают несколько первых машин нового типа. Значения тока, мощности, частоты вращения и к. п. д. тягового двигателя, соответствующие часовому режиму, называют часовыми, а значения этих величин, относящиеся к продолжительному режиму, называют продолжительными.

Номинальное напряжение на зажимах тяговых двигателей электровозов постоянного тока устанавливают по номинальному напряжению у токоприемников этих электровозов, которое принято равным 3000 В. Тяговые двигатели электровозов постоянного тока строят на номинальное напряжение 1500 В и включают на электровозах не менее двух тяговых двигателей, соединенных последовательно. Несмотря на то, что такие двигатели имеют номинальное напряжение на зажимах 1500 В, изоляцию их токоведущих частей относительно корпуса выполняют на номинальное напряжение у токоприемника электровоза, т. е. на 3000 В.

Постройка тяговых двигателей с номинальным напряжением на их зажимах 3000 В, хотя и принципиально возможна, но нецелесообразна, так как они будут значительно дороже и менее надежны в эксплуатации, чем машины с номинальным напряжением на их зажимах 1500 В.

Тяговые двигатели обладают высокими к. п. д. Потери мощности в них при часовом и длительном режимах составляют только 6—8% подводимой к ним мощности. В условиях эксплуатации напряжение, ток и частота вращения могут существенно отличаться от их номинальных значений, поэтому, кроме номинальных, установлены и предельные значения этих величин, до которых заводы-изготовители гарантируют безотказную работу машин при строгом соблюдении правил их эксплуатации и обслуживания.

Согласно ГОСТ 2582—72 тяговые двигатели рассчитывают и строят так, чтобы они могли на испытательном стенде кратковременно (в течение 30 с в каждом направлении вращения) работать с током якоря, в 2 раза превышающем номинальный часовой ток. При этом не должно возникать электрической дуги на коллекторах или повреждений коллекторов и щеткодержателей, и они должны быть пригодны для дальнейшей работы без очистки или каких-либо исправлений.

Таблица 2

Показатели	Значения параметров тягового двигателя		
	НБ-406	ГЛ-2К1	АЛ-4'4.6Т
<i>Часовой режим:</i>			
мощность на валу, кВт	525	650	700
частота вращения, об/мин	735	770	680
ток, А	380	460	495
коэффициент полезного действия на валу, %	92,1	93,4	91,3
<i>Длительный режим:</i>			
мощность на валу, кВт	470	550	610
частота вращения, об/мин	765	815	720
ток, А	310	400	435
Наибольшая частота вращения в эксплуатации, об/мин	1550	1675	1185
Число главных полюсов	4	6	6
Компенсационная обмотка	Нет	Есть	Нет
Подвешивание тягового двигателя	Опорно-огневое		Разное

В эксплуатации тяговые двигатели работают в более трудных условиях, чем при испытаниях. Поэтому наибольший допустимый в эксплуатации ток тяговых двигателей на 50—75% больше их номинального часового тока.

Допустимое время работы двигателя с током, большим продолжительного, ограничено нагреванием его обмоток. Оно тем меньше, чем больше ток двигателя и начальная температура его обмоток.

Наибольшая гарантированная изготовителем допустимая в эксплуатации частота вращения якоря примерно в 2 раза превышает его номинальную часовую частоту вращения. Она обычно соответствует наибольшей допустимой в эксплуатации (конструкционной) скорости движения электровоза. При испытаниях тяговые двигатели электровозов постоянного тока должны кратковременно выдерживать частоту вращения, на 35% превышающую ее наибольшее значение, гарантированное заводом-изготовителем.

На изготовление тяговых двигателей, как и других машин, установлены технологические допуски, в пределах которых свойства материалов или размеры соответствующих деталей могут отличаться от своих расчетных значений. Это приводит к тому, что характеристики или некоторые действительные технические данные не совпадают точно с типовыми характеристиками или с номинальными значениями. Предельно допустимые отклонения некоторых номинальных значений нормированы. Так, например, согласно ГОСТ 2582—72 при номинальном напряжении на зажимах тяговых двигателей и часовом токе действительная частота вращения выпускаемых в настоящее время машин может отличаться от номинальной не более чем на $\pm 3\%$.

Номинальные параметры тяговых двигателей основных типов, применяемых на электровозах постоянного тока, приведены в табл. 2. Тяговые двигатели большой мощности, применяемые на современных грузовых электровозах ВЛ10 и скоростных пассажирских электровозах ЧС2, изготавливают шестиполусными, что позволяет получить компактные машины и снизить их массу, приходящуюся на единицу номинальной мощности, по сравнению с четырехполусным исполнением.

§ 24. Конструкция тяговых двигателей

На конструкцию тяговых двигателей оказывают влияние способ их подвешивания на электровозе, тип передачи вращающего момента от вала двигателя к оси колесной пары, число полюсов, наличие или отсутствие компенсационной обмотки. Однако в конструкциях тяговых двигателей различных типов и много общего, так как принципы их работы одинаковы.

Основные части тяговых двигателей различных типов следующие: остов, главные и дополнительные полюсы с катушками, якорь с обмоткой и коллектором, щеткодержатели с кронштейнами (у шестиполусных машин и с поворотной траверсой), устройства для подвешивания двигателя.

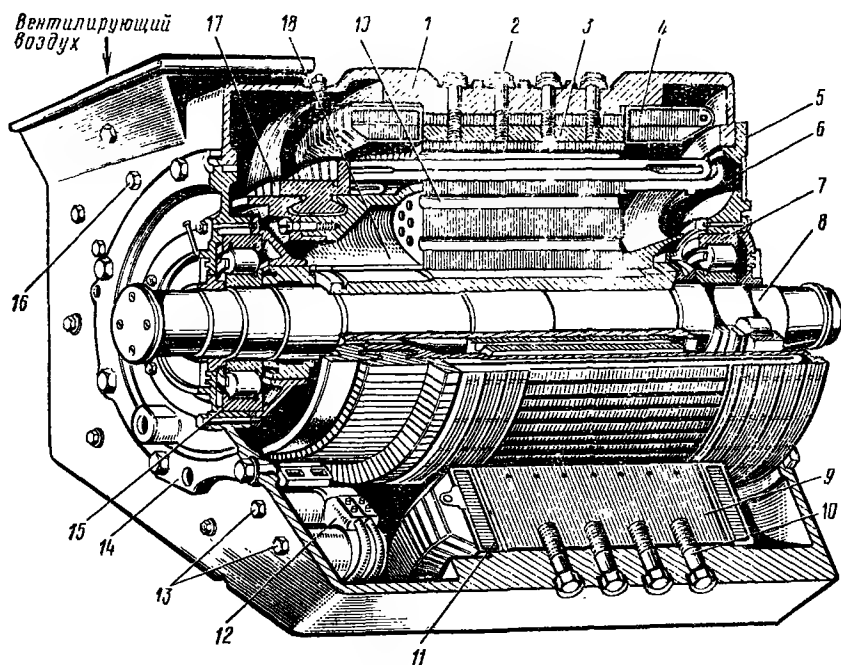


Рис. 80. Тяговый двигатель НБ-406 в разрезе

Тяговые двигатели НБ-406. Их применяют на грузовых электровозах ВЛ8 и ВЛ23.

Двигатель (рис. 80) четырехполюсный, с опорно-осевым подвешиванием имеет осто́в 1, к которому болтами 2 и 10 прикреплены сердечники главных 3 и дополнительных 9 полюсов. Катушки 4 главных и 11 дополнительных полюсов укреплены с помощью сердечников этих полюсов. Вал 8 якоря через роликовые подшипники 7 и 15 опирается на подшипниковые щиты 5

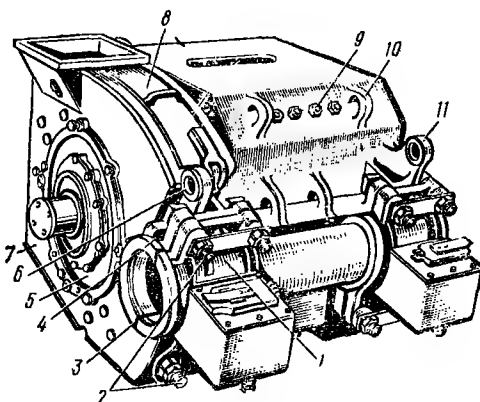


Рис. 81. Общий вид тягового двигателя НБ-406

и 14, запрессованные в горловины осто́ва и закрепленные болтами. На вал 8 запрессована втулка 18 якоря, на которой собран сердечник якоря 19, представляющий собой пакет из стальных листов. Щеткодержатели 12 прикреплены болтами 13 и 16 к торцовой стенке осто́ва со стороны коллектора. Вентилирующий воздух поступает в двигатель через специальное окно. Это окно соединяют патрубком с воздуховодом кузова электровоза. В коллекторной камере вентилярующий воздух распределяется на два параллельных потока. Часть воздуха проходит между катушками полюсов, охлаждая их и внешнюю поверхность якоря, а другая часть поступает под коллектор 17 и проходит по вентиляционным каналам в стальных листах 19 сердечника якоря. Вентилирующий воздух выходит из двигателя наружу через специальные отверстия в задней стенке осто́ва и заднем подшипниковом щите 5, закрытые решеткой 6

Осто́в двигателя служит для крепления на нем полюсов, щеткодержателей, подшипниковых щитов и вкладышей моторно-осевых подшипников. Кроме того, он служит магнитопроводом, так как по осто́ву проходит магнитный поток от полюсов одной полярности к полюсам другой полярности.

В поперечном сечении осто́в двигателя НБ-406, как и других четырехполюсных тяговых двигателей электровозов, имеет форму квадрата со срезанными углами.

Торцовые стенки осто́ва имеют круглые отверстия для запрессовки подшипниковых щитов 5 (рис. 81), а при сборке машины через эти отверстия вводят внутрь осто́ва сердечники полюсов с катушками и якорь. Боковые поверхности осто́ва имеют отверстия для болтов 9, крепящих сердечники главных и дополнительных полюсов. Для осмотра коллекторов, щеток и щеткодержателей осто́в имеет два отверстия — коллекторных люка, расположенных сверху и снизу двигателя. Люки плотно закрыты крышками 7 и 8.

В верхней части остов имеет четыре проушины 10, которые используют при транспортировке двигателя краном.

Приливы 6 и 11 с отверстиями служат для крепления кожуха зубчатой передачи. Со стороны, обращенной к оси колесной пары, остов имеет два прилива 4, в которые помещают вкладыши 3 моторно-осевых подшипников. К этим приливам болтами 2 крепят крышки (шапки) 1 моторно-осевых подшипников.

На боковой поверхности остова со стороны, противоположной моторно-осевым подшипникам, имеется четыре специальных прилива, выполненных в виде кронштейнов. Двигатель опирается на раму тележки электровоза верхним большим кронштейном через пружинную подвеску. Нижний кронштейн препятствует подъему двигателя под действием силы реакции, возникающей от вращающего момента при одном из направлений движения. Два других кронштейна меньшего размера предохраняют двигатель от падения на путь в случае поломки деталей подвешивания.

Моторно-осевой подшипник состоит из двух вкладышей и буксы (шапки). Вкладыши (рис. 82) отливают из латуни и внутреннюю поверхность заливают баббитом марки Б16. Вкладыш 1 помещают в приливе остова, а вкладыш 2 — в горловине шапки моторно-осевого подшипника. Вкладыш 2 имеет окно для подачи смазки на шейку оси.

Для смазки моторно-осевых подшипников тягового двигателя применено устройство, обеспечивающее постоянный уровень жидкой смазки (рис. 83). Смазку дополняют под давлением специальным заправочным устройством, наконечник которого через патрубок 4 плотно вставляют в отверстие 7, соединяющее рабочую каме-

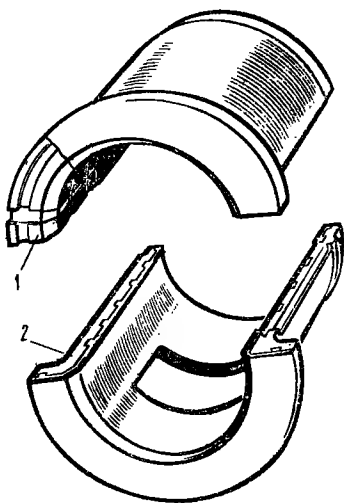


Рис. 82. Вкладыши моторно-осевого подшипника

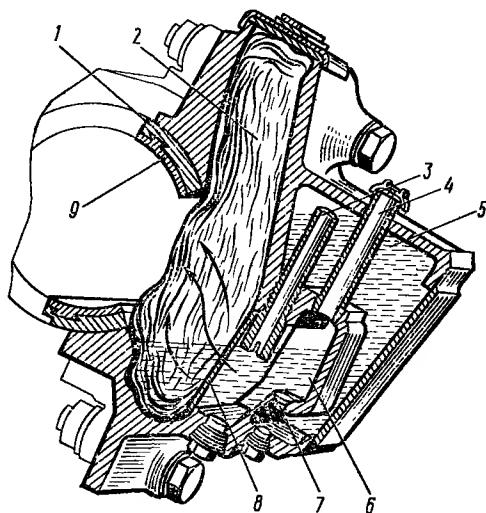


Рис. 83. Устройство для смазки моторно-осевого подшипника

ру 6 с запасной камерой 5. Сначала масло заполняет запасную камеру 5, а затем через патрубок 3 начинает перетекать в рабочую камеру 6 и заполняет ее до тех пор, пока масло не закроет нижнее отверстие патрубка 3. После этого наконечник заправочного устройства вынимают из патрубка 4.

При закрытом нижнем отверстии патрубка 3 более высокий уровень смазки в камере 5 (по сравнению с ее уровнем в камере 6) поддерживается

атмосферным давлением, так как при перетекании смазки из камеры 5 в камеру 6 через отверстие 7 в верхней части камеры 5 происходит разряжение имеющегося там воздуха. Как только уровень смазки в рабочей камере 6 станет ниже уровня конца патрубка 3, в камеру 5 через этот патрубок начнет поступать воздух. При этом давление воздуха в верхней камере 5 повышается и смазка через отверстие 7 поступает в камеру 6 до тех пор, пока смазка опять не закроет нижнее отверстие патрубка 3.

Таким образом, в рабочей камере 6 поддерживается практически постоянный уровень смазки, определяемый положением нижнего конца патрубка 3. Из рабочей камеры 6 смазка проходит через сетку 8 и по фитильным нитям 2 через окно во вкладыше 1 подшипника поступает к оси колесной пары и смазывает ее. Латунные вкладыши 1 моторно-осевых подшипников по внутренней поверхности залиты баббитом 9. Для предохранения смазки от попадания в нее влаги ось колесной пары между моторно осевыми подшипниками закрыта специальным кожухом.

Сердечники главных полюсов изготавливают из листовой стали. Штамповкой листам 1 (рис. 84) придают Т-образную форму. При сборке их опрессовывают и стягивают заклепками 4. Это исключает вибрацию отдельных листов при работе. Для повышения прочности заклепочного соединения крайние листы 5 делают значительно толще остальных. Листы сердечника имеют отверстия, в которые вставляют стальной стержень 2 с отверстиями 3 для ввертывания болтов, крепящих сердечник к остову. Это обеспечивает прочное крепление сердечника, что трудно достигнуть при ввертывании болтов в пакет стальных спрессованных листов. Сторона листов, прилегающая к остову, имеет форму его привалочной поверхности, а сторона, обращенная к якорю, — форму дуги.

Катушки главных полюсов изготавливают из шинной меди. Их наматывают на широкое ребро в два слоя (рис. 85, а). Витки 1 изолируют между собой асбестовой бумагой или электропитом, а между слоями катушки устанавливают изолирующую прокладку 2 из миканита. Один из слоев катушки имеет меньше

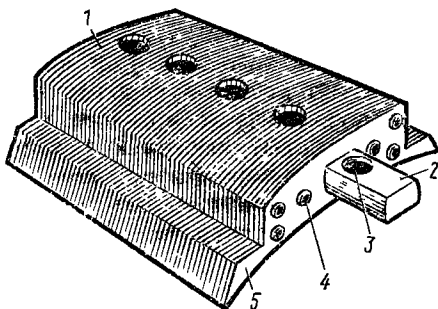


Рис. 84. Сердечник главного полюса двигателя НБ-406

витков, чем другой. Получающийся из-за этого уступ заполняют специальной замазкой 3. В качестве общей изоляции 4 катушки используют асбестовую ленту (один слой, уложенный встык), миканитовую ленту (семь слоев, уложенных с перекрытием половины ширины ленты), киперную (хлопчатобумажную) ленту (один слой, уложенный с перекрытием половины ее ширины).

Катушки пропитывают компаундной массой, что повышает влагостойкость, электрическую прочность и теплопроводность ее изоляции.

К концам медных шин катушки приклепывают и припаивают патроны, в которые впаивают соединительные кабели.

Соединения кабелей различных катушек главных полюсов двигателя должны обеспечивать хороший электрический контакт и надежную изоляцию соединения от корпуса машины. Медные опрессованные наконечники 14 и 10 (рис. 85, б) кабелей 6 и 11 плотно стягивают между собой болтами 8, ввертывая их в планку 13, которая служит общей гайкой для двух болтов.

Болты фиксируют общей шайбой 9, которую отгибают к граням головок болтов. Соединение выравнивают специальной замазкой 7, а затем изолируют несколькими слоями изоляции 12, состоящей из прорезиненной ленты и лакоткани. В качестве покровной изоляции используют хлопчатобумажную ленту и электрокартон. Соединенные кабели прикрепляют бечевой к специальным стальным скобам, приваренным к внутренней поверхности остова тягового двигателя.

Катушки в остова машины закрепляют сердечниками полюсов. Для предохранения изоляции катушек от повреждений и плотного их закрепления между катушкой и выступами полюсов устанавливают пружинный фланец 5 (см. рис. 85, а), а между катушкой и остовом — металлическую прокладку.

Сердечники дополнительных полюсов изготавливают сплошными из стали, хорошо проводящей магнитный поток. Для крепления катушки 1 (рис. 86) дополнительного полюса к сер-

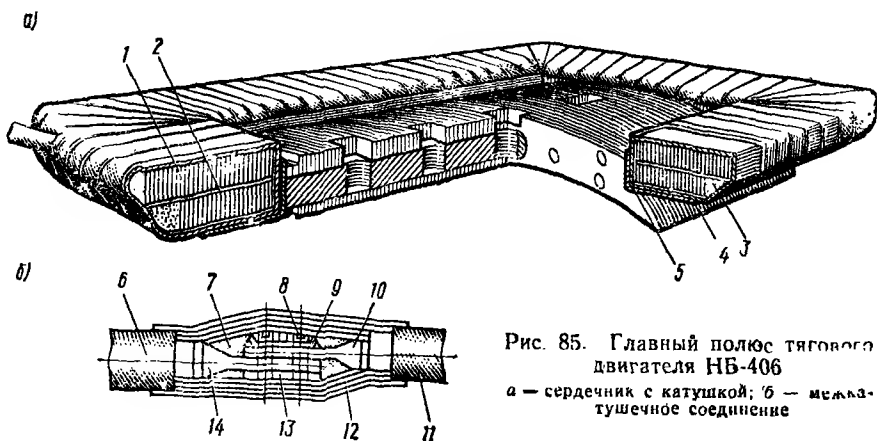


Рис. 85. Главный полюс тягового двигателя НБ-406

а — сердечник с катушкой; б — межкатушечное соединение

дечнику 4 заклепками 5 крепят угольники 6 из немагнитного металла — бронзы. Между сердечником 4 и остовом машины устанавливают прокладку 3 из того же материала. Применение угольников и прокладки из немагнитного материала позволяет снизить магнитные потоки рассеяния дополнительных полюсов и улучшить этим условия компенсации реактивной э. д. с. дополнительными полюсами. Сердечник 4 и прокладка 3 имеют отверстия 2 для болтов, крепящих дополнительный полюс к остову тягового двигателя.

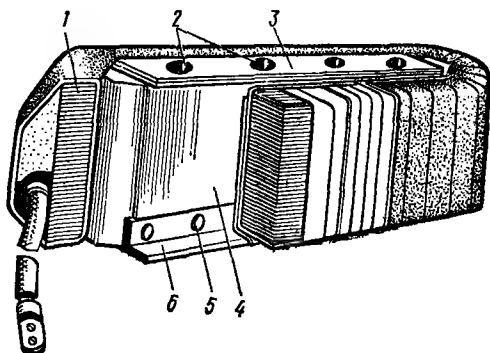


Рис. 86. Сердечник с катушкой дополнительного полюса

Катушки дополнительных полюсов наматывают из меди прямоугольного сечения на специальном станке по шаблону на ребро. Изоляция катушек дополнительных полюсов не отличается от изоляции катушек главных полюсов. Катушка дополнительного полюса удерживается на сердечнике угольниками из диамагнитного материала.

Якорь (рис. 87, а) состоит из вала 1, коллектора 4, нажимных шайб 11 и 14, сердечника 7 диаметром 660 мм и обмотки 6 и 8. Концевые части вала имеют конусность для посадки шестерен зубчатой передачи с натягом. Дополнительное крепление зубчатых шестерен обеспечивают стопорные шайбы 2 и 12. На шайбах вала (с двух его сторон) с натягом устанавливают внутренние кольца 3 роликовых подшипников.

Сердечник 7 якоря (рис. 87, б) собирают со шпонкой 26. На вал 15 якоря напрессовывают втулку 16. На эту втулку запрессовывают заднюю нажимную шайбу 25, затем сердечник 7, представляющий собой пакет тонких стальных листов круглой формы с вырезами для пазов и отверстиями для втулки со шпонкой и вентиляционных каналов (рис. 87, в). Такие сердечники якорей называют шихтованными. Крайние листы 9 и 13 (см. рис. 87, а) толще остальных и имеют меньшую высоту зубцов. Это обеспечивает плотное сжатие зубцовой части листов и исключает отгиб в стороны крайних листов. Боковые поверхности листов изолированы — покрыты лаком. Соединены листы между собой электрически только через втулку якоря.

Если бы якорь был выполнен не из тонких изолированных по боковым поверхностям листов, а сплошным, то при его вращении в магнитном поле машины в нем возникал бы большой вихревой ток, который создавал бы значительные потери мощности в стали якоря и сильно нагревал его. Напрессованная на втулку якоря его передняя нажимная шайба 27 (см. рис. 87, б) одновременно служит

корпусом коллектора. Ее дополнительно крепят круглой стопорной гайкой 17.

Внешние поверхности нажимных шайб изолируют, а затем укладывают на них выходящие из пазов лобовые части обмотки якоря, которые крепят с помощью проволоочных бандажей 5 и 10 (см. рис. 87, а). Под бандажу укладывают дополнительную изоляцию.

Витки бандажей накладывают с натягом в виде отдельных поясков, скрепляют скобочками из белой жести и пропаивают. Пазовую часть обмотки якоря крепят текстолитовыми клиньями 28 (рис. 87, з), которые плотно вставляют в специальные вырезы в пазах, имеющие форму «ласточкина хвоста».

Коллектор состоит из 406 медных пластин 21 (см. рис. 87, б), имеющих в поперечном сечении клиновидную форму. Со стороны, обращенной к валу двигателя, коллекторные пластины имеют форму «ласточкина хвоста», что необходимо для их крепления. Между собой коллекторные пластины изолированы миканитовыми прокладками, имеющими такую же форму, как и сами пластины, но со стороны рабочей поверхности коллектора утоплены на глубину 1,3 мм. Эти прокладки имеют большую износостойкость, чем пластина коллектора. От корпуса пластины коллектора изолируют миканитовыми конусами 20 и 23, а также миканитовым цилиндром 22.

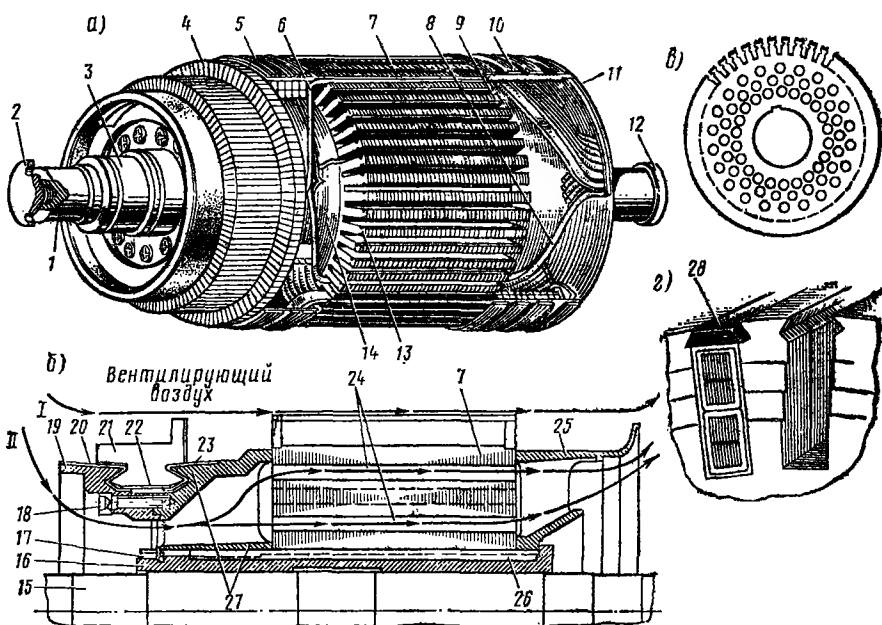


Рис. 87. Якорь тягового двигателя МБ-406:

а — общий вид; б — продольный разрез; в — стальной лист сердечника; з — пазы якоря

Нажимной конус 19 коллектора напрессовывают на переднюю нажимную шайбу 27 якоря, и с помощью болтов 18 стягивают с ней. На выступающую из-под коллекторных пластин часть изоляционного конуса 20 накладывают бандаж из киперной ленты, который покрывают ровным слоем лака. Это препятствует увлажнению киперной ленты и оседанию на ней пыли. Вентилирующий воздух охлаждает якорь двумя параллельными потоками. Поток I охлаждает внешнюю поверхность якоря, а поток II проходит под коллектор через отверстия в передней нажимной шайбе 27 и далее по вентиляционным каналам 24 в сердечнике якоря, а затем через отверстия в задней нажимной шайбе 25.

Обмотка якоря состоит из медных изолированных проводников прямоугольного сечения. Эти проводники образуют одновитковые секции обмотки. Секции по семь штук собирают в пакет и накладывают на них общую изоляцию. Изолированный пакет секций называют катушкой якорной обмотки. Каждую катушку укладывают так, чтобы одна ее сторона находилась в нижнем слое одного паза, а другая сторона — в верхнем слое другого паза. Для перехода проводников катушки из верхней части одного паза в нижнюю часть другого паза их перегибают со стороны, противоположной коллектору (см. рис. 87, а).

В тяговом двигателе НБ-406 обмотка якоря петлевая, поэтому проводники одной секции соединяют пайкой с двумя смежными коллекторными пластинами (см. рис. 65). Для этого концы проводников секции вводят в специальные прорези в коллекторных пластинах. С каждой коллекторной пластиной соединяют по одному концу двух секций из разных катушек. Шаг обмотки по пазам якоря 1—15, а по коллектору 1—2.

Щетки разделяют обмотку якоря на параллельные цепи. При петлевой обмотке число таких цепей равно числу главных полюсов и проводники секций, последовательно соединенных в одной цепи, расположены под одной парой главных полюсов. В этом случае неодинаковые магнитные потоки (например из-за небольшой разницы в воздушных зазорах) вызовут разницу в противо-э. д. с., возникающих в разных параллельных цепях обмотки. Это приведет к неравномерному распределению тока между щетками различных щеткодержателей и под щетками, нагруженными большим током, может возникнуть недопустимое искрение. Для выравнивания тока между щетками применяют уравнительные соединения, которые изготовляют из меди прямоугольного сечения, изолируют и размещают под лобовыми частями обмотки якоря со стороны коллектора.

Уравнительные соединения электрически соединяют коллекторные пластины, которые одновременно попадают под щетки различных щеткодержателей одинаковой полярности. Не все коллекторные пластины имеют уравнительные соединения. В тяговом двигателе НБ-406 одно уравнительное соединение приходится на семь коллекторных пластин, что обеспечивает достаточно равномерное распределение тока между щетками. Шаг уравнительных соедине-

ний по коллектору составляет 1—204. При работе машины в проводниках обмотки якоря возникают так называемые добавочные потери энергии, которые повышают нагрев проводников и снижают коэффициент полезного действия двигателя. Основная причина возникновения этих потерь — вытеснение части магнитного потока из зубцов в пазы и неравномерное его распределение по высоте паза.

При таком неравномерном потоке в пазу по высоте проводника возникают неодинаковые э. д. с., что вызывает в проводнике появление вихревого тока, замыкающегося в самом проводнике. Эта разница в э. д. с. и вихревой ток тем больше, чем больше высота проводника. Уменьшение высоты проводников обмотки в пазах якоря позволяет снизить в них добавочные потери. Для этого в тяговых двигателях НБ-406 и других мощных машинах проводники секции якорной обмотки выполняют из двух расположенных один под другим и изолированных друг от друга проводников 1 (рис. 88). Эти проводники оказываются включенными параллельно, так как они введены в прорези одних и тех же коллекторных пластин, где и соединены электрически между собой.

Каждая из медных шин 1 изолирована одним слоем вполуперекрышу (с перекрытием половины ширины ленты) микалентой 2, имеющей толщину 0,08 мм. Эту изоляцию принято называть межвитковой. Она очень тонкая, так как между соседними витками (секциями) действует невысокое напряжение. Четырнадцать изолированных проводников собраны в один пакет, между рядами которого проложена тонкая прокладка 5 из гибкого миканита. Пакет проводников покрыт микалентой 4 (семь слоев вполуперекрышу). Эта основная изоляция катушки, рассчитанная на высокое напряжение контактной сети, изолирует обмотку от корпуса машины, и поэтому ее называют корпусной. Для предохранения корпусной изоляции от механических повреждений поверх ее укладывают так называемую покровную изоляцию 6, состоящую из одного слоя вполуперекрышу стеклотенты. Изоляцию пакетов от повреждений предохраняют также прокладки 3, 7 и 8.

При заводском ремонте тяговых двигателей НБ-406 межвитковую изоляцию выполняют из ленты ЛС1К-110-П размерами 0,08×20 мм, которую укладывают в один слой вполуперекрышу.

В последнее время начали также применять комбинированную корпусную изоляцию, состоящую из трех слоев миканитовой ленты ЛФЧ-ББ размерами 0,1×20 мм, уложенных вполуперекрышу, и простынки из эскапона ЛСЭП, толщиной 0,17 мм, уложенной (укатанной) в 4¼ оборота.

Подшипниковые щиты закрывают торцовые горловины остова. В них устанавливают якорные подшипники. Их запрессовывают в горловины 3 и 9 (рис. 89) остова и крепят болтами 2 и 10. Резьбовые отверстия 18 предназначены для выпрессовки подшипниковых щитов при разборке двигателя. В эти отверстия ввертывают выпрессовочные болты. В щите 11 сделаны отверстия 15 для выхода вентилирующего воздуха.

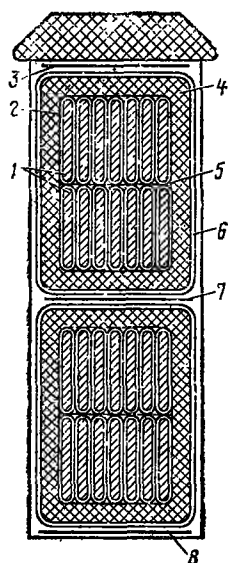


Рис. 88. Изоляция пазовой части проводников обмотки якоря

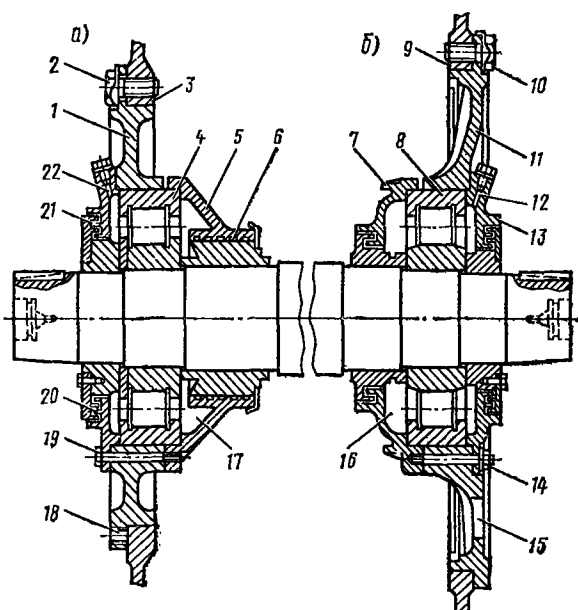


Рис. 89. Подшипниковые щиты тягового двигателя НБ-406 со стороны коллектора (а) и противоположной стороны (б)

В камеры, расположенные в центральной части щитов, запрессовывают наружные кольца 4 и 8 роликовых подшипников якоря. Камеру подшипникового щита 1 закрывают крышками 5, 21, а подшипникового щита 11 — крышками 7 и 13, которые крепят к щитам болтами 19 или шпильками 14. Смазочные камеры 16 и 17 на $\frac{1}{3}$ их объема заполняют густой смазкой через отверстия 12 и 22. Для предохранения от выхода смазки из камер применяют лабиринтные уплотнения — вертикальные 20 и горизонтальные 6.

Щеткодержатель имеет корпус 3 (рис. 90), который прикреплен к кронштейну 1 болтом 2. Болт 2 пропускают через продолговатое отверстие в корпусе 3 и ввертывают его в резьбовое отверстие кронштейна 1. Это позволяет при ремонтах регулировать положение корпуса в зависимости от износа рабочей поверхности коллектора, при неизменном положении кронштейна. Соприкасающиеся поверхности кронштейна и корпуса щеткодержателя имеют гребенчатую форму, что исключает сдвиг корпуса щеткодержателя относительно коллектора тягового двигателя под действием динамических сил, возникающих при прохождении колесной парой электроваза неровностей пути.

Нажатие на щетки 7 передают нажимные пальцы 6, соединенные заклепками 5 с пружинами 4. Силу нажатия щеток на коллектор регулируют поворотом барабана 8, который фиксируют в нуж-

ном положении шплинтом. К этому барабану прикреплен конец пружины. Наконечники кабеля к кронштейну крепят болтами.

Кронштейн имеет два круглых отверстия, в которых закреплены пальцы 9, изолированные от него и имеющие резьбовые отверстия 10 для ввертывания болтов, крепящих кронштейн к остову. На дно каждого из отверстий, предназначенных для установки пальцев 9, укладывают изоляционные шайбы из миканита, а их внутренние стенки изолируют смазкой. После этого в отверстия вставляют стальные полувтулки и запрессовывают пальцы. Полувтулки предохраняют изоляцию от повреждений. При запрессовке пальцев на свободную от изоляции выступающую часть полувтулок надевают миканитовую втулку, а затем на изолированный палец надевают фарфоровый изолятор 11.

Тяговый двигатель имеет четыре щеткодержателя, в каждом из которых устанавливают по две составные щетки марки ЭГ-2А или ЭГ-61 с резиновыми амортизаторами и гибкими выводными шунтами.

Соединение обмоток двигателя поясняется рис. 91. Щеткодержатели одинаковой полярности соединяют между собой и к одному из щеткодержателей положительной полярности присоединяют выводной кабель, который маркируют буквой Я (начало обмотки якоря). Один из щеткодержателей отрицательной полярности соединяют с последовательно включенными катушками дополнительных полюсов. Конец последней в этой цепи катушки соединяют с другим выводным кабелем, который маркируют буквами ЯЯ (конец цепи обмоток якоря и дополнительных полюсов).

Все эти соединения выполняют со стороны коллектора. С этой же стороны через специальные отверстия в остове выводят наружу кабели Я и ЯЯ. Катушки главных полюсов соединяют между собой со стороны, противоположной коллектору. Здесь же выводят из остова кабели, которые маркируют К и КК (начало и конец цепи катушек главных полюсов).

Особенности конструкции тяговых двигателей ТЛ-2К1. Эти двигатели применяют на грузовых электровозах постоянного тока

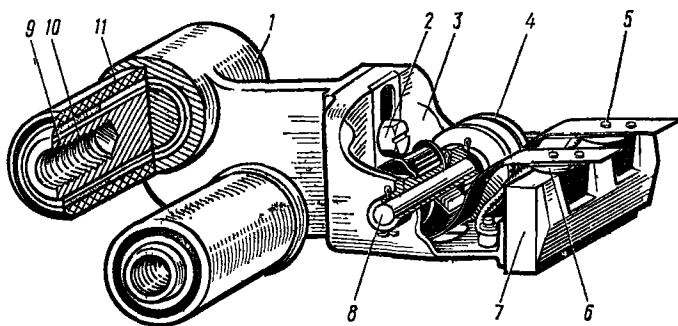


Рис. 90. Щеткодержатель с кронштейном

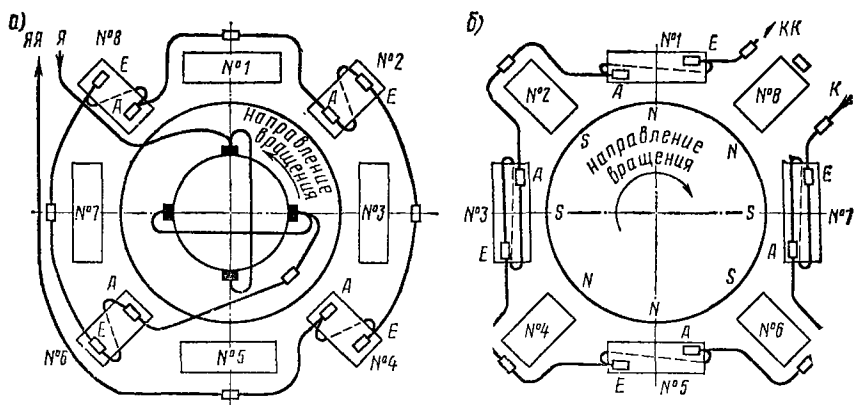


Рис. 91. Схема соединения обмоток тягового двигателя НБ-406 со стороны коллектора (а) и противоположной стороны (б)

ВЛ10. Тяговые двигатели ТЛ-2К1 выполняют шестиполусными с опорно-осевым подвешиванием. Для улучшения потенциальных условий на коллекторах они имеют компенсационные обмотки.

Литой остов 3 (рис. 92) тягового двигателя имеет цилиндрическую форму с приливами на его внешней поверхности. Внутри остова к нему крепят шесть главных 4 и шесть дополнительных 13 полюсов, поворотную траверсу 25 с шестью щеткодержателями 1. В горловине остова устанавливают подшипниковые щиты 7 и 23 с роликовыми подшипниками 21 и 9, в которых вращается вал 20 якоря 5. Со стороны, обращенной к оси колесной пары, связанной с двигателем зубчатой передачей, остов имеет два прилива 27, в которых устанавливают вкладыши. К этим приливам болтами 29 и 31 крепят шапки 28 моторно-осевых подшипников. Для смазки моторно-осевых подшипников предусмотрено устройство 30. Приливы 26 и 32 с отверстиями предназначены для крепления кожухов зубчатых передач.

Со стороны, противоположной моторно-осевым подшипникам, остов имеет прилив и съемный кронштейн для подвески двигателя, а также предохранительные приливы. Для осмотров и обслуживания коллектора, щеткодержателей и щеток в остова предусмотрено три специальных люка (один сверху и два снизу), плотно закрытых крышками 33, 38 и 41.

Вентилирующий воздух поступает в двигатель через вентиляционный люк со стороны коллектора (на рисунке показано стрелкой). В двигателе воздух проходит двумя параллельными потоками. Один поток воздуха охлаждает внешнюю поверхность якоря и катушки полюсов, а другой проходит по вентиляционным каналам якоря. Вентилирующий воздух выходит из двигателя со стороны, противоположной коллектору, через специальный кожух 10, укрепленный на подшипниковом щите и остова.

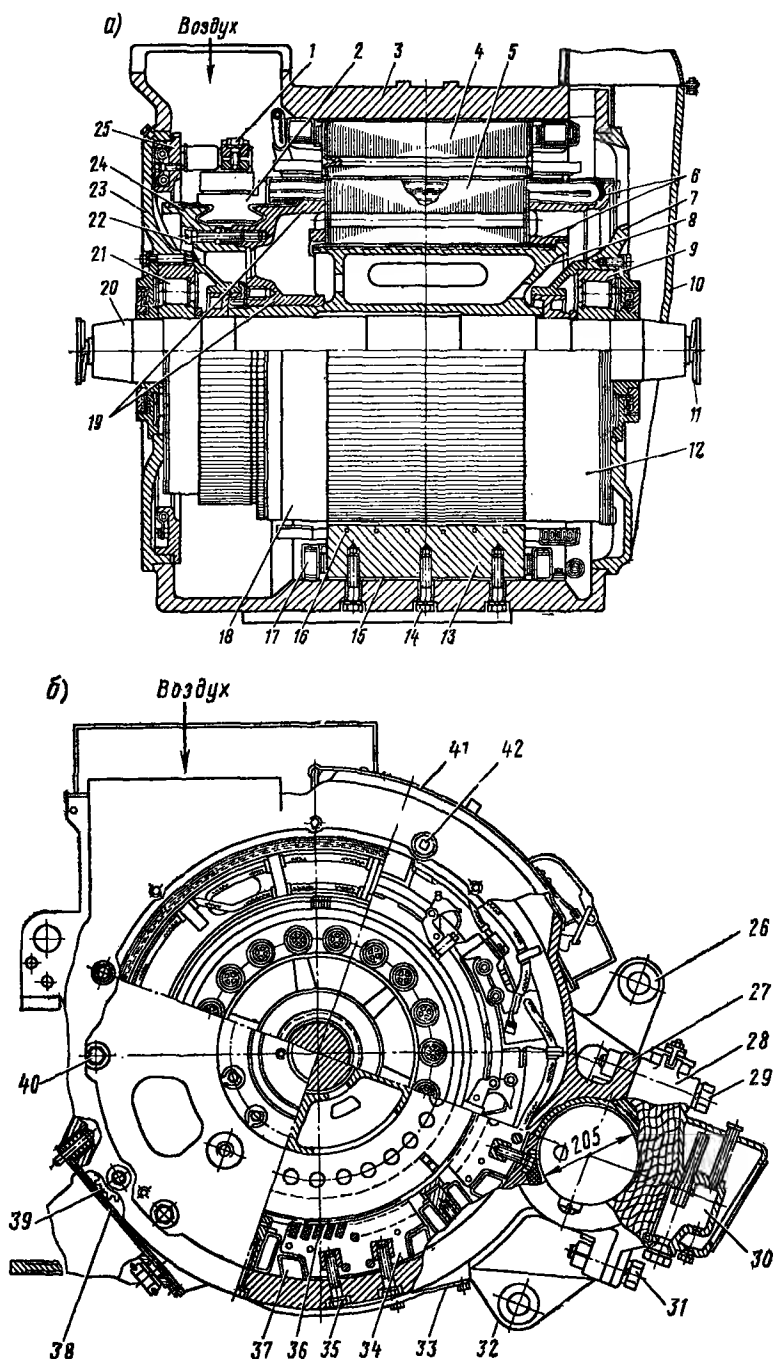


Рис. 92. Продольный (а) и поперечный (б) разрезы тягового двигателя ТЛ-2К1

Сердечники главных полюсов 4 собраны из штампованных листов электротехнической стали, стянутых заклепками. Каждый сердечник прикреплен к остову четырьмя болтами 35. Между сердечниками и остовом установлено по одной стальной прокладке толщиной 0,5 мм. Катушка 37 главного полюса, намотанная из медной ленты на узкое ребро, состоит из 19 витков. Она изогнута по радиусу для лучшего прилегания к внутренней поверхности остова. Витки катушки изолированы асбестовой бумагой.

В настоящее время выпускают катушки с изоляцией «Монолит 2». В этом случае катушку с витковой изоляцией из асбестовой бумаги изолируют снаружи лентами стеклослюдинитовой ЛС-40Ру-ТТ размерами 0,13×25 мм (шесть слоев вполуперекрышу) и стеклянной электроизоляционной ЛЭС размерами 0,1—20 мм (один слой вполуперекрышу), а затем пропитывают и покрывают связующим компаундом, приготовленным на основе эпоксидной смолы. После отверждения связующего получается монолитная изоляция катушки. Корпусная изоляция состоит из восьми слоев стекломикаленты, а покровная изоляция — из одного слоя стеклоленты вполуперекрышу.

Со стороны, обращенной к якору, сердечники имеют по 10 пазов 36, в которые уложены стержни компенсационной обмотки. Эта обмотка состоит из шести катушек по десять витков. В каждом пазу расположено по два стержня. Изоляция витков катушки компенсационной обмотки состоит из одного слоя вполуперекрышу микаленты толщиной 0,1 мм. Каждые два стержня имеют общую корпусную и покровную изоляцию. Корпусная изоляция состоит из девяти слоев вполуперекрышу микаленты, а покровная — из одного слоя вполуперекрышу стеклоленты толщиной 0,2 мм.

Катушки компенсационных обмоток изготавливают по шаблону. Каждую катушку вставляют в пазы двух соседних главных полюсов так, чтобы одна сторона катушки занимала пять пазов в сердечнике одного полюса, а другая сторона этой катушки — пять пазов в сердечнике другого полюса. Пазы в сердечниках главных полюсов выполняют так, чтобы их боковые стенки были параллельны оси того дополнительного полюса, который охватывает катушки компенсационной обмотки, вставляемой в эти пазы. Такое расположение позволяет легко вставлять в них катушки при сборке машины. В пазах компенсационную обмотку крепят текстолитовыми клиньями.

Сердечники дополнительных полюсов 13 выполнены из толстолистового проката или поковки и прикреплены к остову болтами 14. Между остовом и сердечниками дополнительных полюсов установлены прокладки 15 из немагнитного металла (латуни) толщиной 7 мм. Для крепления катушек 17 дополнительных полюсов к их сердечникам заклепками 16 прикреплены специальные угольники. Катушки дополнительных полюсов намотаны на узкое ребро из меди прямоугольного сечения и имеют по 10 витков каждая.

Межвитковая изоляция состоит из асбестовой бумаги, а корпусная и покровная изоляция такая же, как и у катушек главных по-

люсов. В настоящее время для катушек дополнительных полюсов применяют монолитную изоляцию и выполняют их в виде моноблоков.

Якорь 5 тягового двигателя имеет запрессованную на вал втулку 8 коробчатой формы, на которой собран сердечник якоря, состоящий из тонких стальных штампованных листов. Применение втулки коробчатой формы позволило уменьшить массу сердечника якоря. Часть вентилирующего воздуха проходит через отверстия во втулке 8. В сжатом состоянии листы сердечника якоря удерживаются нажимными шайбами — передней 19 и задней 6. Сердечник якоря имеет 75 пазов, в которые уложены катушки его обмотки с шагом по пазам 1—13. Для уменьшения добавочных потерь энергии проводники обмотки якоря разделены по высоте на две части. Поэтому каждая катушка состоит из 14 отдельных проводников, изолированных одним слоем микаленты толщиной 0,075 мм.

Корпусная изоляция пазовой части катушки состоит из шести слоев вполуперекрышу стеклослюдинитовой ленты ЛС1К-110-СТ толщиной 0,11 мм и одного слоя вполуперекрышу электроизоляционного фторопласта толщиной 0,3 мм. Покровная изоляция состоит из одного слоя вполуперекрышу стеклотенты. Обмотки якоря в пазах крепят текстолитовыми клиньями, а лобовые части — бандажами 12 и 18 из стеклотенты. Передняя нажимная шайба 19 якоря служит одновременно корпусом коллектора. Коллекторные пластины 2 (525 шт.) изолированы между собой миканитовыми прокладками, а от нажимной шайбы 19 и нажимного конуса 24 — миканитовыми конусами и цилиндром.

Прочное крепление коллекторных пластин, исключаящее их ослабление в эксплуатации, достигается соответствующей затяжкой болтов 22. Семьдесят пять изолированных проводников уравнительных соединений уложены под передней лобовой частью обмотки якоря и впаяны в соответствующие коллекторные пластины. Шаг уравнительных соединений по коллектору 1—176. Выступающие из двигателя концы вала 20 якоря имеют конусность для посадки с натягом зубчатых шестерен. Дополнительно шестерни крепят гайками 11.

Внутренние кольца роликовых подшипников якоря напрессованы на его вал, наружные кольца запрессованы в подшипниковые щиты 7 и 23. Для предотвращения утечки смазки подшипниковые камеры имеют лабиринтные уплотнения горизонтального и вертикального типов. Подшипниковые щиты запрессованы в горловины остова и закреплены болтами 40.

Щеточный аппарат тягового двигателя ТЛ-2К1 состоит из траверсы 25 с поворотным механизмом, к которой прикреплены шесть щеткодержателей 1. Траверса представляет собой стальное кольцо, имеющее в поперечном сечении швеллерную форму. Подшипниковый щит, устанавливаемый со стороны коллектора, имеет выступ (бурт), обращенный внутрь машины. Бурт предназначен для подвижной посадки траверсы. По наружному ободу траверсы имеет зубчатый венец, зубцы которого входят в зацепление с шестерней 39

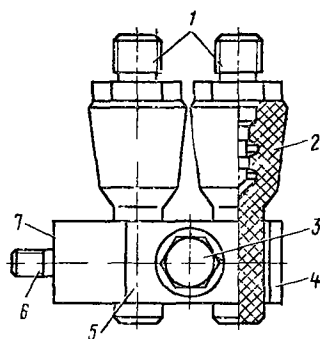


Рис. 93. Кронштейн щеткодержателя с пальцами

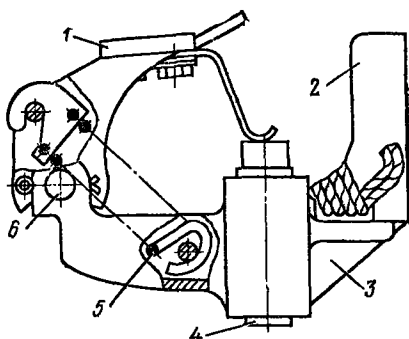


Рис. 94. Щеткодержатель

поворотного устройства. В осто́ве траверса фиксирована болтом 42 фиксатора и прижата к подшипниковому щиту двумя болтами стопорного устройства.

Щеткодержатель состоит из разъемного кронштейна с пальцами и корпуса с нажимным устройством. Пальцы 2 кронштейна (рис. 93) изготовлены из прессмассы АГ-4. Для соединения с траверсой они армированы стальными шпильками 1, сверху на пальцы насажены фарфоровые изоляторы. Болт 3 стягивает нижнюю 4 и верхнюю 5 части подъемного кронштейна, чем и достигается прочное крепление кронштейна на пальцах. Цилиндрическая часть 6 кронштейна имеет резьбу, предназначена для крепления к кронштейнам корпуса щеткодержателя.

На корпусе 3 (рис. 94) щеткодержателя смонтировано нажимное устройство. В каждый щеткодержатель устанавливают по две составные (разрезные) щетки 4 марки ЭГ-61 с резиновыми амортизаторами и медными шунтами (проводниками, соединяющими щетки с корпусом щеткодержателя). Нажатие нажимных пальцев 1 на щетки создают две цилиндрические (винтовые) пружины 5, работающие на растяжение и стремящиеся повернуть эти пальцы вокруг оси 6 по часовой стрелке. Нажатие пальцев на щетки регулируют специальными винтами, с помощью которых изменяют натяжение пружин. Для повышения надежности крепления корпуса щеткодержателя к кронштейну их привалочные поверхности 2 и 7 (см. рис. 93) имеют гребенчатую форму.

Применение траверсы с поворотным устройством делает удобным обслуживание щеткодержателей, так как позволяет подвести любой щеткодержатель к нижнему или верхнему смотровому люку. Схема соединения якоря и катушек полюсов двигателя ТЛ-2К1 показана на рис. 95, где нечетными номерами (№ 1, 3, 5, 7, 9, 11) обозначены катушки дополнительных полюсов, а четными номерами (№ 2, 4, 6, 8, 10, 12) катушки главных полюсов. Шесть катушек компенсационной обмотки обозначены К1—К6.

Особенности конструкции тяговых двигателей AL-4846Т. Тяговые двигатели AL-4846Т установлены на пассажирских электровозах ЧС2. Они шестиполусные, конструкцией предусмотрено рамное подвешивание на электровозах, поэтому они не имеют моторно-осевых подшипников. Литой остов 1 (рис. 96) двигателя круглый в поперечном сечении, имеет приливы для его крепления к раме тележки электровоза, установки двигателя на пол, крепления коробки выводов и приливы с отверстиями для транспортировки двигателя краном.

Вентилирующий воздух поступает в двигатель через специальный люк в остова, расположенный со стороны, противоположной коллектору. Воздух выходит из машины через закрытый сеткой 29 смотровой люк, расположенный в верхней части остова со стороны коллектора, а также через два отверстия, расположенных в нижней части остова со стороны коллектора и закрытых сетками. В зимний период нижние отверстия полностью закрывают во избежание попадания в двигатель снега.

К внутренней цилиндрической поверхности остова приварены стальные рамки, служащие опорой для катушек главных и дополнительных полюсов. Сердечник 26 главного полюса набран из штампованных стальных листов, скрепленных заклепками. В листах проштампованы круглые отверстия, в которые вставлен стержень 27 с резьбовыми отверстиями для ввинчивания болтов 28, крепящих сердечник к остова.

Катушки 25 главного полюса намотаны из меди прямоугольного сечения на широкое ребро в два слоя. Витки катушки изолированы один от другого асбестовой лентой, а между слоями уложена микофоліевая прокладка. Наружная изоляция катушки состоит из семи слоев шелкослюдяной ленты и четырех слоев ленты из стеклоткани, уложенных вполуперекрышу. Сердечник 2 дополнен

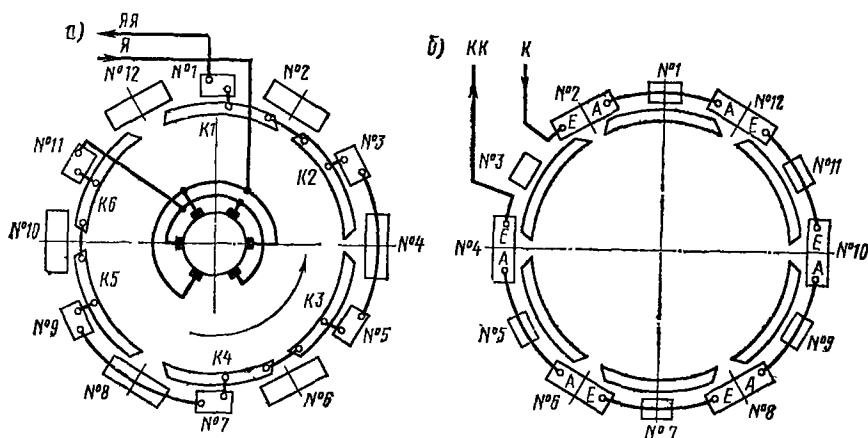


Рис. 95. Схема соединения обмоток тягового двигателя ТЛ-2К1 со стороны коллектора (а) и противоположной стороны (б)

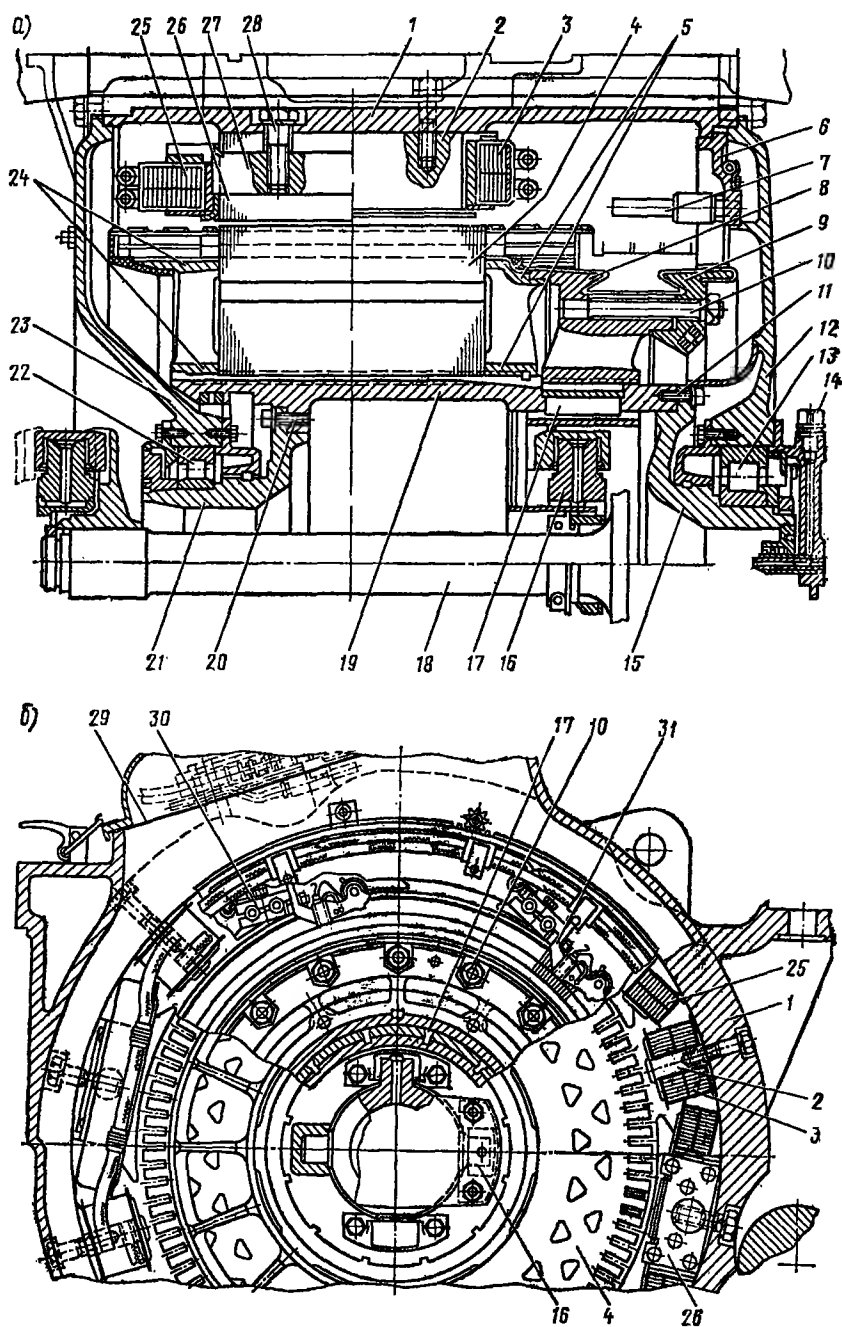


Рис. 96. Продольный (а) и поперечный (б) разрезы тягового двигателя AL-4846Т

тельного полюса сплошной стальной; для крепления катушки он имеет заплечики, на которые устанавливают дюралюминиевый фланец. Катушка 3 дополнительного полюса намотана из меди прямоугольного сечения на широкое ребро в два слоя. Изоляция катушек дополнительных полюсов такая же, как и катушек главных полюсов. Для прочного закрепления в двигателе катушек главных и дополнительных полюсов со стороны остова устанавливают специальные рамки, а с другой стороны — фланцы и прокладки из лиготида.

Характерной особенностью конструкции тяговых двигателей AL-4846T является наличие сборного полого вала якоря 4, внутри которого размещены карданная муфта 16 и вал 18 тягового привода. Полый вал состоит из цилиндрической части 19 и двух полых фланцев 15 и 21, скрепленных с цилиндрической частью болтами 11 и 20. Цилиндрическая часть имеет широкие продольные ребра, на одном из которых выфрезерована канавка для шпонки. К цилиндрической части полого вала приварено 12 зубьев 17, которые своими концами входят в прорезы цилиндра карданной муфты 16. Для смазки карданной муфты в камеру, где она расположена, через канал в подшипниковом щите, закрытый пробкой 14, заливают около 5 л масла. Тяговый двигатель имеет одностороннюю зубчатую передачу. Поэтому вал 18 привода выходит из двигателя только со стороны, противоположной коллектору, где он связан с зубчатой шестерней через вторую карданную муфту.

На полых фланцах 15 и 21 установлены внутренние кольца подшипников 13 и 22, а их наружные кольца установлены в подшипниковых щитах 12 и 23.

На вал якоря напрессованы задняя нажимная шайба 24, штампованные стальные листы сердечника якоря 4 и передняя нажимная шайба 5. Сердечник имеет 87 пазов для укладки обмотки якоря и вентиляционные каналы треугольной формы. Применение полого вала с размещением в нем карданной муфты привело к тому, что диаметр якоря у этих машин составляет 900 мм, в то время как у шестиполюсных двигателей типа ТЛ-2К1 он равен 740 мм.

Корпус 8 коллектора двигателя запрессован на переднюю нажимную шайбу 5. Нажимной конус 9 стянут с корпусом коллектора болтами 10. Обмотка якоря петлевая. Уравнительные соединения расположены под передней лобовой частью обмотки якоря.

Пальцы 7 щеткодержателей закреплены на траверсе 6, которую можно поворачивать с помощью поворотного механизма, предварительно отсоединив кабели, подходящие к кронштейнам двух верхних щеткодержателей.

На пальцах 6 крепят кронштейны 30 шести щеткодержателей. В гнезда корпуса 31 каждого щеткодержателя вставляют по три щетки. Нажатие щеток на коллектор создают спиральные пружины. Щеткодержатели одной полярности соединены между собой кабелями. Выводной кабель, маркированный буквой R, присоединен к кронштейну одного из верхних щеткодержателей. Щеткодержатели другой полярности соединены с цепью последовательно

включенных катушек дополнительных полюсов. Вывод от последней в этой цепи катушки маркирован буквой Q.

Выводы от начала и конца цепи последовательно соединенных катушек главных полюсов маркированы буквами H1 и H2.

§ 25. Сборка и испытание тяговых двигателей

Сборку тяговых двигателей начинают с монтажа электромагнитной системы остова. Предварительно собранные с сердечниками катушки главных и дополнительных полюсов вводят в остов. Между сердечниками дополнительных полюсов и остовом устанавливают диамагнитные прокладки, а между сердечниками главных полюсов и остовом — стальные прокладки, и крепят полюса к остову болтами. После этого измеряют расстояние между всеми диаметрально противоположными полюсами, которое должно соответствовать установленным допускам. Зажимы выводов катушек главных полюсов и отдельно дополнительных полюсов (за исключением двигателя ТЛ-2К1) соединяют между собой по соответствующим схемам и присоединяют к ним выводные кабели. Соединения катушек изолируют и крепят соединительные и выводные кабели к остову.

У двигателя ТЛ-2К1 после установки полюсов монтируют шесть катушек компенсационной обмотки. Изолированные стержни каждой катушки этой обмотки вводят в соответствующие пазы сердечников главных полюсов и закрепляют в них текстолитовыми клиньями. Катушки компенсационной обмотки и дополнительных полюсов соединяют между собой последовательно по схеме (см. рис. 95).

После сборки электромагнитной системы остова проверяют правильность соединения катушек и измеряют сопротивление их цепей. Затем окрашивают внутреннюю поверхность остова вместе с катушками. В четырехполюсных тяговых двигателях (НБ-406) устанавливают кронштейны щеткодержателей, каждый из которых крепят к торцовой стенке остова двумя болтами. На вал якоря насаживают внутренние кольца роликовых подшипников, которые предварительно нагревают в масляной ванне до температуры около 100°С.

На подшипниковые щиты устанавливают их внутренние крышки, затем закладывают консистентную смазку в кольцевые углубления щитов и крышек и запрессовывают роликовые подшипники в подшипниковые щиты. После запрессовки подшипники заполняют консистентной смазкой все пространство между роликами, смазочную камеру на $\frac{1}{3}$ ее объема, канавки лабиринтных уплотнений и устанавливают внешнюю крышку подшипникового щита. Общий порядок сборки якоря с остовом следующий. Сначала монтируют в остове тягового двигателя один подшипниковый щит (у двигателей НБ-406 со стороны коллектора, см. рис. 80, а у двигателей ТЛ-2К1 — со стороны, противоположной коллектору, см. рис. 92). Затем в остов вводят якорь и монтируют второй подшипниковый

щит. Для монтажа подшипниковых щитов остова тяговых двигателей НБ-406 и ТЛ-2К1 устанавливают вертикально, соответствующей горловиной вверх¹.

Подшипниковый щит в горловину остова запрессовывают специальными гидравлическими приспособлениями или вставляют после предварительного подогрева горловины остова до температуры 130—150°С специальными индукционными нагревателями. Подшипниковый щит в остове закрепляют болтами. После монтажа подшипникового щита остов поворачивают вверх свободной горловиной и опускают в него якорь тягового двигателя. На нижний конусный конец вала якоря предварительно устанавливают специальную оправку, обеспечивающую плавное вхождение внутреннего кольца в роликовый подшипник. После опускания якоря и проверки правильности установки внутреннего кольца в роликовом подшипнике в тяговых двигателях ТЛ-2К1 монтируют поворотную траверсу с собранными на ней щеткодержателями. После этого насаживают направляющую оправку на второй (верхний) конец вала якоря и монтируют второй подшипниковый щит.

Затем двигатель устанавливают в горизонтальное положение, проверяют вращение якоря в подшипниках, насаживают лабиринтные кольца и в двигателях НБ-406 монтируют щеткодержатели. Соединяют щеткодержатели с выводным кабелем и выводом от цепи дополнительных полюсов и устанавливают щетки в щеткодержатели. Предварительно качество сборки двигателя и работу якорных подшипников проверяют при холостом ходе и поочередном вращении якоря в каждом направлении в течение 30 мин. Для этого к зажимам машины подводят такое напряжение, при котором частота вращения якоря, измеряемая тахометром, соответствует ее номинальному значению. После этой проверки двигателя проходят приемо-сдаточные испытания. Машины, прошедшие испытания поступают в отделку, при которой устанавливают вкладыши и буксы моторно-осевых подшипников, заливают разогретой компаундной массой головки болтов, крепящих полюсы, стопорят крепежные детали, окончательно устанавливают крышки коллекторных люков, окрашивают машины и надевают на выводные кабели защитные чехлы.

Приемо-сдаточные испытания проводят на специально оборудованных испытательных стендах. Подлежащий испытаниям двигатель Д (рис. 97) устанавливают и укрепляют на испытательном стенде, а его вал специальной муфтой механически соединяют с валом другой машины Г, которая во время испытаний работает в генераторном режиме и создает механическую нагрузку испытываемому двигателю Д. В качестве такого нагрузочного генератора обычно используют машину того же типа, что и испытуемый двигатель. Тяговые двигатели являются машинами большой мощности, поэтому для сокращения затрат электрической энергии их испы-

¹ Тяговые двигатели АЛ-4846ЕТ собирают на специальных стендах при горизонтальном положении остова.

При таком способе испытаний двигатель D вращает нагрузочный генератор G , который отдает (возвращает) свою энергию двигателю D . От постороннего источника к этим машинам подводят электрическую энергию, необходимую только для покрытия всех потерь энергии в них и в соединительных кабелях. Для осуществления такого принципа работы машин D и G обмотку возбуждения $\omega_{вг}$ генератора G включают в цепь двигателя последовательно с его обмоткой возбуждения $\omega_{вд}$. Последовательно с генератором G включают

Рис. 97. Схема электрических цепей
стенда для испытаний тяговых двига-
телей

$$U_K = U_{\text{ЛГ}} - I_D r_{\text{ВГ}},$$

где $I_{\text{д}^* \text{вг}}$ — падение напряжения в обмотке возбуждения генератора G , составляющее небольшую величину по сравнению с номинальным напряжением на зажимах двигателя D .

Напряжение на зажимах вольтодобавочной машины компенсирует падение напряжения во всех сопротивлениях замкнутой цепи двигателя и генератора. Поэтому от значения напряжения вольтодобавочной машины зависит ток генератора $I_{\text{г}}$, а следовательно, и ток двигателя $I_{\text{д}}$, измеряемый амперметром A с шунтом $Ш_{\text{н}}$. Ток двигателя больше тока генератора на ток линейного генератора $I_{\text{лг}}$, который в несколько раз меньше тока двигателя.

Таким образом, плавно регулируя возбуждение линейного генератора, изменяют напряжение на зажимах испытуемого двигателя, а регулированием возбуждения вольтодобавочной машины изменя-

ют в основном ток этого двигателя. При включении контактора P обмотки возбуждения двигателя и генератора будут шунтированы резистором $R_{ш}$, что позволяет проводить испытания машины при ослабленном возбуждении.

Программа и последовательность проведения приемо-сдаточных испытаний тяговых электрических машин устанавливаются в соответствии с ГОСТ 2582—72. При приемо-сдаточных испытаниях измеряют сопротивления обмоток машины в холодном состоянии, т. е. когда их температура практически равна температуре окружающего воздуха. Проводят испытание на нагревание в течение 1 ч при номинальном напряжении на зажимах машины и номинальном часовом токе. Система вентиляции при испытаниях должна обеспечивать установленный для двигателя данного типа расход охлаждающего воздуха. После работы машины на стенде в течение 1 ч измеряют сопротивления (в Ом) ее обмоток в нагретом состоянии r_n . Превышение температуры обмоток τ (в °C) над температурой охлаждающего машину воздуха t_b (в °C) определяют по формуле

$$\tau = \frac{r_n - r_x}{r_x} (235 + t_x) + (t_x - t_b),$$

где r_x — сопротивление обмотки (в Ом), измеренное в холодном состоянии при ее температуре t_x (в °C).

Температуру коллекторов и подшипников измеряют термометром. Превышение температуры коллектора над температурой охлаждающего воздуха равно разности их температур. Полученные при испытаниях превышения температур обмоток и коллектора, а также температуру подшипников сравнивают с их наибольшими допустимыми значениями, установленными по ГОСТ 2582—72 и 183—74.

Частоту вращения тяговых двигателей измеряют при номинальном напряжении на зажимах машины, номинальном часовом токе и в обоих направлениях вращения якоря. Наибольшее допустимое отклонение частоты вращения якоря¹ при этом режиме работы от номинальной составляет $\pm 3\%$. Наибольшая допустимая разность частот вращения в одну и другую стороны от среднеарифметического обеих частот вращения составляет 4% — для машин без поворотной траверсы и 3% — для машин, у которых щеткодержатели установлены на поворотной траверсе.

Испытания тяговых двигателей электровозов постоянного тока на повышенную частоту проводят при холостом ходе, нагретой машине и частоте вращения, на 35% превышающей наибольшую частоту вращения, гарантированную изготовителем.

Электрическую прочность изоляции между смежными витками обмотки якоря проверяют при холостом ходе машины повышенным напряжением, которое изоляция должна выдержать в течение

¹ Для машин, спроектированных до 1/VI 1966 г., это наибольшее допустимое отклонение составляет $\pm 4\%$.

5 мин. При этом испытании обмотку возбуждения испытуемой машины питают от вспомогательного генератора, а ее якорь вращают каким-либо вспомогательным двигателем. Регулируя частоту вращения якоря или ток в обмотке возбуждения испытуемой машины, увеличивают ее напряжение на 30% выше номинального и поддерживают его в течение 5 мин.

Перед проверкой коммутации индикатором проверяют биение рабочей поверхности коллектора. Коммутацию тяговых двигателей проверяют на нагретой до рабочего состояния машине в течение 30 с в каждом направлении вращения при двух следующих режимах:

- 1) при номинальном напряжении на зажимах машины, двойном часовом токе якоря и токе возбуждения, соответствующем часовой мощности машины;

- 2) при наибольшем допустимом напряжении на зажимах машины, наибольшей гарантированной частоте вращения и наименьшем токе возбуждения, соответствующем наименьшему допустимому для машины данного типа коэффициенту регулирования возбуждения.

Если при этих испытаниях не возникает кругового огня на коллекторе, остаточных деформаций или механических повреждений коллектора и щеткодержателей и они пригодны для дальнейшей работы без очистки или исправления, то коммутацию машины считают удовлетворительной.

Сопротивление изоляции обмоток измеряют на нагретой машине мегомметром. Результаты измерений сравнивают с наименьшими допустимыми значениями, установленными соответствующими нормами. Проверку электрической прочности изоляции токоведущих частей относительно корпуса и между обмотками проводят также на нагретой машине. Изоляция тяговых двигателей постоянного тока, спроектированных после 1972 г., должна выдерживать без ее повреждения переменное напряжение 9425 В частотой 50 Гц, подводимое от специальной испытательной установки, а изоляция машин, спроектированных до 1973 г., должна выдерживать напряжение 8750 В.

В программу приемо-сдаточных испытаний входит также проверка уровня вибрации машины, которую проводят на специальном стенде, состоящем из узла крепления тягового двигателя на упругих элементах, основания стенда с фундаментом и пульта управления. Двигатель на стенде устанавливают в том же положении, как и в условиях эксплуатации. Датчики для измерения вибрации устанавливают на подшипниковых щитах. Вибрацию регистрируют специальными приборами при работе двигателя в режиме холостого хода с номинальной и наибольшей гарантированной изготовителем частотами вращения якоря.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

§ 26. Общие сведения

Вспомогательными называют тяговые электрические машины (двигатели и генераторы), обслуживающие собственные нужды электровозов. Эти машины располагают в кузове электровоза. Для охлаждения тяговых двигателей на электровозах устанавливают специальные вентиляторы, приводимые во вращение электрическими двигателями, которые получают питание от контактной сети. Установку, состоящую из вентилятора и электрического двигателя, принято называть двигатель-вентилятором или мотор-вентилятором. На многих электровозах постоянного тока эти установки используют и для охлаждения пусковых резисторов.

Для охлаждения пуско-тормозных резисторов на скоростных пассажирских электровозах ЧС2^г, оборудованных системой реостатного торможения, применяют специальные вентиляторы, электродвигатели которых включают параллельно части этих резисторов. Такое включение двигателей вентиляторов обеспечивает автоматическое повышение интенсивности вентиляции с увеличением количества тепла, выделяющегося в резисторах за единицу времени. Это происходит вследствие того, что с увеличением тока, проходящего по резисторам, с одной стороны, увеличивается мощность выделяющейся в них тепловой энергии, а с другой, — возрастает падение напряжения на этих резисторах, а следовательно, и напряжение на зажимах и частота вращения двигателей вентиляторов.

Большинство электрических аппаратов электровозов имеют дистанционное управление. Для включения или переключения таких аппаратов на катушки управления их приводами подают напряжение 50 В. Для питания цепей катушек управления таких аппаратов, а также цепей освещения и заряда аккумуляторной батареи на электровозах устанавливают специальные генераторы с номинальным напряжением 50 В, которые называют генераторами управления. На электровозах постоянного тока эти генераторы приводят во вращение теми же двигателями, что и вентиляторы.

На электровозах устанавливают по два мотор-вентилятора. Это позволяет более просто, чем при одной установке, осуществить подачу вентилирующего воздуха к двигателям, регулировать количество вентилирующего воздуха благодаря последовательному и параллельному включению мотор-вентиляторов и иметь на электровозе резервный генератор управления.

Пневматические тормоза поезда, а также пневматические приводы электрических аппаратов электровозов приводят в действие сжатым воздухом, для получения которого на электровозах устанавливают компрессоры со специальными электрическими двигателями, питаемыми от контактной сети. Такие установки называют двигатель-компрессорами или мотор-компрессорами. На электровозах устанавливают по два мотор-компрессора, двигатели которых включают параллельно. Это обеспечивает питание сжатым воздухом тормозной системы поезда и приводов аппаратов от одного мотор-компрессора в случае выхода другого из строя на линии.

Для подъема токоприемника на электровозе после длительного отстоя необходим сжатый воздух, которого может не быть в резервуарах. Сжатый воздух для подъема токоприемника на электровозах ранних выпусков получали от нагнетательного воздушного насоса с ручным приводом. На электровозах более поздних выпусков для этой цели устанавливают небольшие компрессоры с электрическими двигателями, получающими питание от аккумуляторных батарей.

При рекуперативном торможении для питания обмоток возбуждения тяговых двигателей применяют преобразователи, состоящие из двигателя и генератора.

Принцип действия вспомогательных электрических машин такой же, как и тяговых двигателей. Вспомогательные электрические двигатели, получающие питание от контактной сети, выполняют на номинальное напряжение на их зажимах, равное 3000 В. Для ограничения тока при пуске машин в их цепи включают резисторы. У машин, непрерывно работающих продолжительное время после пуска, эти резисторы полностью или частично выводят из их электрических цепей. Чтобы не усложнять электрические цепи вспомогательных машин и цепи управления ими, пусковые резисторы из цепей машин выводят одной ступенью с помощью специальных устройств, действующих автоматически. У машин с кратковременными включениями или с относительно небольшой мощностью, как, например, у двигателей компрессоров, ограничивающие ток (демпферные) резисторы остаются включенными постоянно. Несмотря на применение этих резисторов при пуске вспомогательных электродвигателей, их ток кратковременно в 5—7 раз превышает номинальное значение. Для сокращения времени действия таких больших бросков пускового тока необходимо, чтобы при пуске двигатели развивали большой вращающий момент, способный вызвать быстрое увеличение частоты вращения якоря, а следовательно, и противоз. д. с. машины.

Этому требованию отвечают двигатели последовательного возбуждения со слабым насыщением магнитной системы, так как у них увеличение тока сопровождается повышением магнитного потока, и поэтому вращающий момент возрастает более интенсивно, чем при других системах возбуждения.

Достоинство двигателей последовательного возбуждения состоит также и в том, что неизбежные в эксплуатации резкие измене-

ния напряжения в контактной сети сопровождаются меньшими изменениями тока нагрузки, чем у двигателей других систем возбуждения. Это происходит вследствие того, что всякое изменение тока двигателя последовательного возбуждения сопровождается соответствующим изменением магнитного потока, а следовательно, и противо-э. д. с. Например, при резком увеличении напряжения в контактной сети происходит быстрое возрастание противо-э. д. с. двигателя, что и ограничивает в определенных пределах бросок тока нагрузки. Однако при последовательном возбуждении нельзя включать двигатель без механической нагрузки на его валу, так как это приведет к недопустимому повышению частоты вращения якоря.

Электродвигатели вентиляторов и компрессоров при вращении всегда имеют на валу механическую нагрузку, и поэтому их выполняют с последовательным возбуждением. Двигатели преобразователей включают без нагрузки приводимых ими во вращение генераторов. При рекуперативном торможении ток этих генераторов, а следовательно, и механическую нагрузку двигателей регулируют в широких пределах. Во избежание превышения наибольшей допустимой частоты вращения преобразователей при отсутствии или небольшой нагрузке генераторов их двигатели выполняют со смешанным (последовательным и независимым) возбуждением.

Обмотка независимого возбуждения получает питание от генератора управления. Ее намагничивающая сила способна создавать такой магнитный поток, при котором частота вращения преобразователя не превысит наибольшей допустимой даже тогда, когда его генератор не имеет нагрузки и ток в обмотке последовательного возбуждения двигателя (ток холостого хода) сравнительно небольшой.

Электрические двигатели вспомогательных машин не реверсируют. Это позволяет соединить последовательно обмотки якоря, дополнительных и главных полюсов внутри машины и иметь только два выводных кабеля, которые обычно маркируют буквами Я и КК. Для охлаждения вспомогательных электрических машин обычно применяют самовентиляцию, при которой в двигателе устанавливают вентилятор с радиальными лопатками, вращающийся вместе с якорем и вызывающий движение вентилирующего воздуха в машине.

Исключение составляют тихоходные двигатели компрессоров НБ-431А, которые имеют независимую вентиляцию и получают вентилирующий воздух от тех же вентиляторов, что и тяговые двигатели. Применение на этих машинах самовентиляции оказалось бы малоэффективным из-за сравнительно низкой их частоты вращения, номинальное значение которой составляет только 440 об/мин.

У вспомогательных электрических машин щеткодержатели устанавливают на поворотных траверсах. Это позволяет при необходимости отрегулировать положение щеток на нейтральной машине, обеспечивающее практически безыскровую их работу.

Двигатели вспомогательных машин выполняют четырехполюсными. Исключение составляют двигатели вспомогательных компрессоров, получающие питание от аккумуляторной батареи. Эти двигатели имеют по два главных и одному добавочному полюсу. В отличие от тяговых двигателей двигатели вспомогательных машин имеют многовитковые секции обмотки якоря.

§ 27. Электродвигатели компрессоров

Общая часть. Электродвигатели компрессоров электровозов постоянного тока представляют собой неререверсируемые машины последовательного возбуждения. Двигатель и компрессор обычно монтируют на общей фундаментной плите. При быстроходных электродвигателях вращающий момент от вала двигателя к компрессору передают через зубчатую передачу (редуктор), снижающую частоту вращения вала компрессора по сравнению с частотой вращения вала двигателя, а при тихоходных — с помощью муфты.

Основные данные электродвигателей компрессоров, применяемых на электровозах постоянного тока, приведены в табл. 3.

Электродвигатель НБ-431А. На электровозах ВЛ10 и ВЛ8 для привода компрессоров КТ-6Эл используют электродвигатели НБ-431А с независимой вентиляцией. Номинальная частота вращения двигателя 440 об/мин, поэтому он соединен с компрессором муфтой.

Остов 3 (рис. 98) двигателя имеет цилиндрическую форму. Для установки и крепления двигателя на фундаментной плите остов имеет лапы 13. У двигателя четыре главных и четыре дополнительных полюса. Сердечники 15 главных полюсов собраны из отдельных листов, стянутых заклепками. В пакетах листов сердечников главных полюсов сделаны резьбовые отверстия, в которые ввернуты шпильки 16, крепящие сердечники к остову. Сплошные стальные сердечники 4 дополнительных полюсов прикреплены к остову болтами 5.

Т а б л и ц а 3

Показатели	Характеристики двигателя компрессора			
	НБ-431А	1А-3432/4	6А-3432/4	П-11М
Тип компрессора	КТ-6Эл	К2	К2	—
Номинальная мощность, кВт	21,0	17,0	21,0	0,5
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000	50
Номинальный ток, А	9,5	7,15	8,3	14,8
Номинальная частота вращения двигателя, об/мин	440	1300	1700	2800

Катушки главных 14 (564 витка) и дополнительных 6 (393 витка) полюсов намотаны из круглого изолированного медного провода диаметром 1,81 мм. Корпусная изоляция катушек главного и дополнительного полюсов состоит из шести слоев лакоткани, а покровная изоляция — из одного слоя киперной ленты, уложенных вполуперекресту.

В горловины остова запрессованы и закреплены болтами подшипниковые щиты 12 и 17. В подшипниковом щите, расположенном со стороны коллектора, снизу предусмотрено квадратное отверстие для прохода вентилирующего воздуха, который поступает к машине через брезентовый патрубок. В подшипниковом щите 12 со стороны, противоположной коллектору, есть отверстия, закрытые сеткой 9. Эти отверстия предназначены для выхода вентилирующего воздуха. При работе двигателя вал якоря вращается в роликовых подшипниках 10 и 21, наружные кольца которых запрессованы в подшипниковые щиты 12 и 17.

На вал якоря со шпонками 19 напрессованы задняя нажимная шайба 8, пакет штампованных стальных листов сердечника 7 якоря, передняя нажимная шайба 2 и коллектор 1. Медные коллекторные пластины изолированы прокладками из миканита. От корпуса и нажимного конуса коллектора его пластины изолированы миканитовыми конусами и цилиндром. Сердечник якоря имеет круглые

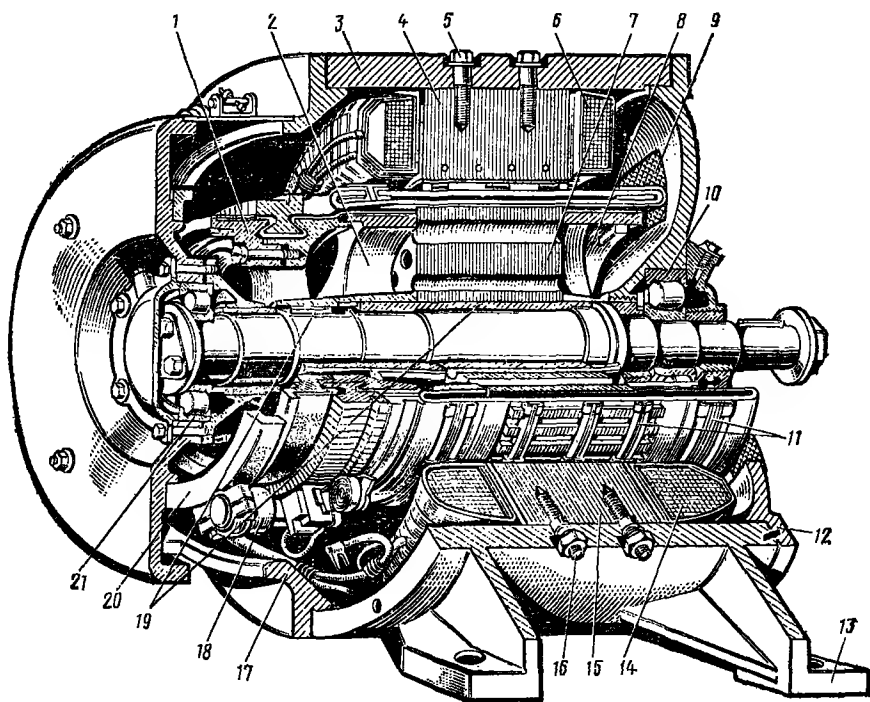


Рис. 98. Электродвигатель НБ-431А

в поперечном сечении аксиальные каналы для прохода вентилирующего воздуха.

Якорь имеет волновую обмотку, состоящую из 49 катушек, в каждой из которых собрано по семь секций, намотанных в три оборота из меди (марки ПЭЛШД) круглого сечения диаметром 0,86 мм.

Корпусная изоляция катушек состоит из девяти слоев лакоткани, а покровная — из одного слоя тафтяной ленты. Концы проводников секций обмотки якоря впаяны в прорези коллекторных пластин. Обмотка якоря закреплена на нем бандажми 11. Четыре щеткодержателя 18 укреплены на поворотной траверсе 20, которая установлена на специальном бурте подшипникового щита со стороны коллектора.

Для установки щеткодержателей в траверсе закреплены четыре стальных пальца, которые опрессованы прессмассой АГ-4. Сверху прессмассы на пальцы надеты фарфоровые изоляторы. Такие пальцы изолируют щеткодержатель от траверсы, и поэтому их часто называют изоляционными. На пальцах крепят щеткодержатели, в окно каждого из которых вставляют по одной щетке марки АГ-2А. Обмотки якоря, главных и дополнительных полюсов двигателя соединяют между собой последовательно (рис. 99). На рисунке обозначены буквами А начало соответствующих катушек, а буквами Е их концы. Наружу из машины выходят два выводных кабеля, которые маркируют буквами Я и КК.

Электродвигатель 1А-3432/4. На электровозах ЧС2 для привода компрессоров К2 используют электродвигатели 1А-3432/4 и 6А-3432/4 с самовентилирующей. Стальной литой остов 1 (рис. 100) двигателя 1А-3432/4 имеет в поперечном сечении восьмигранную форму, переходящую со стороны коллектора в круглую. В нижней части остов имеет четыре лапы с отверстиями для болтов, крепящих двигатель к фундаментной плите.

В верхней части остова предусмотрены скобы для транспортировки двигателя краном. Двигатель имеет четыре главных и четыре дополнительных полюса. Сердечники 11 главных полюсов собраны из стальных листов и прикреплены к остову болтами 10. Сердечники 8 дополнительных полюсов сплошные, стальные, прикреплены к остову болтами 7. Каждый сердечник крепят к остову двумя болтами.

Катушки главных 12 (326 витков) и дополнительных 6 (248 витков) выполняют из круглой изолированной меди (диаметром 2,74 мм). Корпусная изоляция катушек выполнена из микаленты,

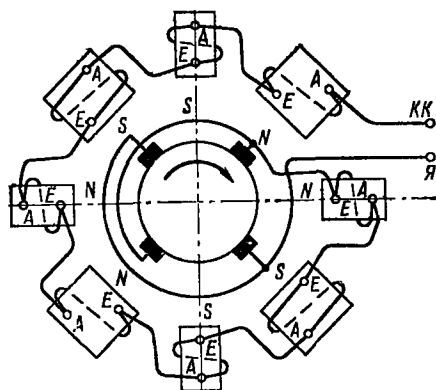


Рис. 99. Схема соединения обмоток электродвигателя НБ-431А

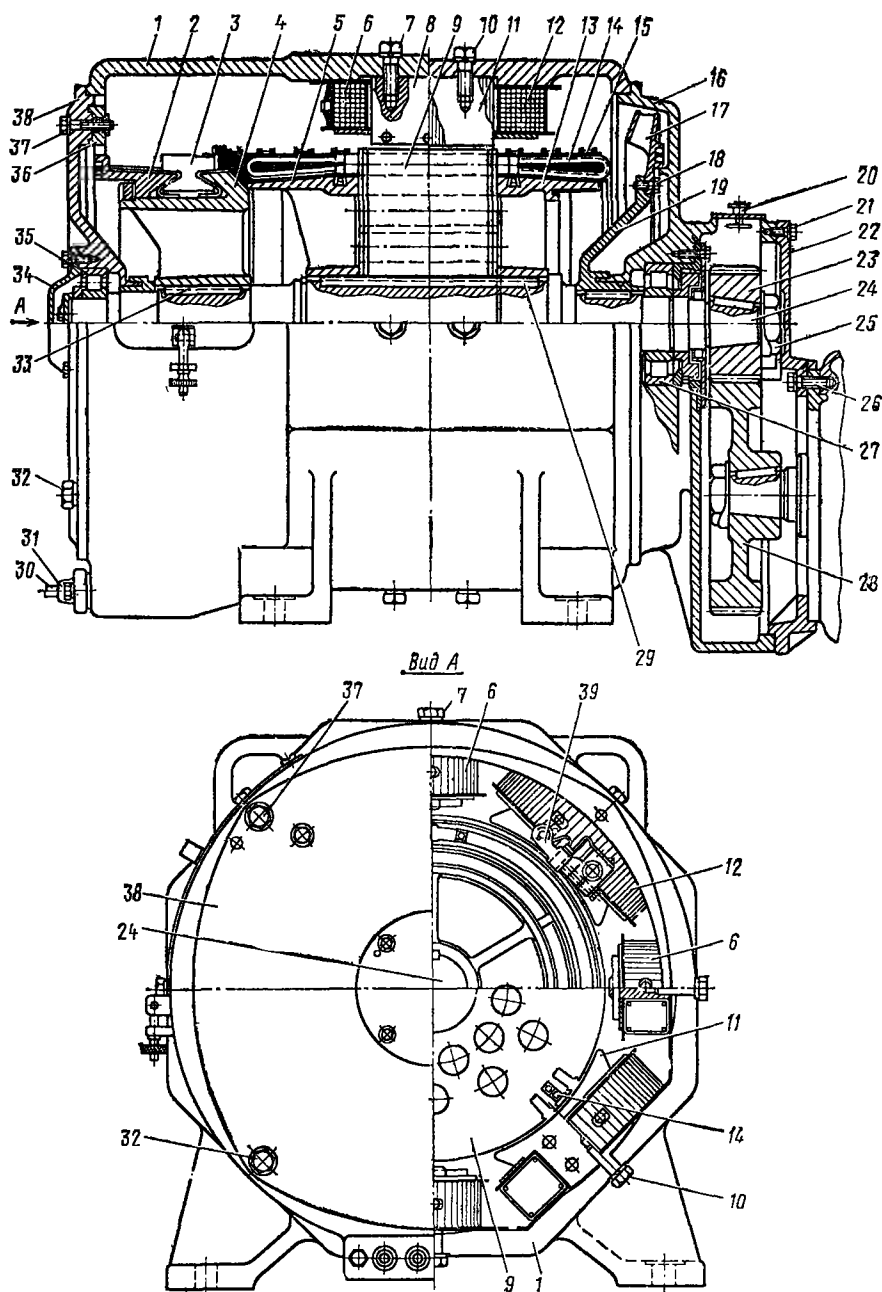


Рис. 100. Электродвигатель 1А-3432/4

а покрывная — из стеклоленты. Эта изоляция пропитана компаундным лаком. На вал 24 якоря со шпонками 29 и 33 напрессованы задняя нажимная шайба 13, пакет стальных листов сердечника 9 якоря, передняя нажимная шайба 5 и корпус коллектора 4. Обмотка 14 якоря волновая; она выполнена из изолированных медных проводников прямоугольного сечения (1,17×2,17 мм с изоляцией).

В пазах проводники опрессованы в нагретом состоянии микалофиевыми трубками. Обмотку якоря в пазах крепят текстолитовыми клиньями, а ее лобовые части — проволочными бандажами 15. Концы проводников секций обмотки якоря впаяны в прорези петушков коллекторных пластин 3. Коллекторные пластины изолированы одна от другой прокладками из имберита, а от корпуса 4 и нажимного конуса 2 коллектора — миканитовыми конусами (манжетами).

Со стороны, противоположной коллектору, на вал 24 напрессован вентилятор, состоящий из стального диска (ступицы) 19, на котором болтами 18 укреплено алюминиевое кольцо с радиальными лопатками 17. Вал якоря вращается в роликовых подшипниках 27 и 35, внутренние кольца которых посажены на вал, а наружные — в отверстия подшипниковых щитов 16 и 38.

Подшипниковый щит 38 закреплен в горловине остова электродвигателя болтами 32. Снаружи роликовый подшипник 35 закрыт крышкой 34, образующей внешнюю полость его смазочной камеры. Крышка 34 прикреплена к подшипниковому щиту электродвигателя винтами.

Двигатель имеет два щеткодержателя 39, укрепленных с помощью изолированных пальцев на поворотной траверсе 36, которую крепят к остову машины болтами 37. Обмотки якоря и полюсов машины соединяют последовательно. Выводные кабели 30 выходят из машины в нижней части остова. Для предохранения изоляции от повреждений кабели выводят через резиновые втулки 31. Два коллекторных люка двигателя закрыты крышками с отверстиями для входа вентилирующего воздуха, который выходит из двигателя через специальные отверстия в подшипниковом щите 16 (на рисунке эти отверстия не показаны).

На конусный конец вала 24 со шпонкой посажено ведущее зубчатое колесо 23, которое дополнительно закреплено гайкой 25. Ведомое зубчатое колесо 28 в нагретом состоянии посажено на конусный конец вала компрессора.

Подшипниковый щит 16 и прикрепленная к нему болтами 21 крышка 22 образуют картер, который имеет сапун 20. Болтами 26 крепят крышку 22 к компрессору.

Электродвигатель П-11М. Для привода вспомогательных компрессоров грузовых электровозов используют электродвигатели П-11М смешанного возбуждения. Они имеют по два главных и одному дополнительному полюсу (рис. 101). На каждом главном полюсе имеется по две катушки: одна последовательного и одна параллельного возбуждения. Обмотки якоря и дополнительного полюса соединены последовательно внутри машины. Начало цепи

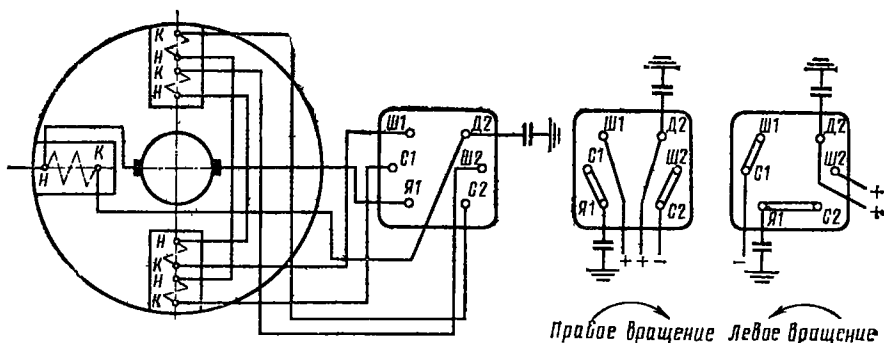


Рис. 101. Схема соединения обмоток электродвигателя П-11М

этих обмоток маркировано буквой *Я1*, а ее конец буквой *Д2*. Начало и конец цепи обмоток последовательного возбуждения маркированы буквами *С1* и *С2*, а цепи обмоток параллельного возбуждения — буквами *Ш1* и *Ш2*.

§ 28. Мотор-вентиляторы и генераторы управления

Электродвигатели ТЛ-110 и НБ-430А. Эти двигатели приводят во вращение вентиляторы и генераторы управления на отечественных электровозах постоянного тока. По устройству электродвигатели НБ-430А в основном подобны электродвигателям ТЛ-110. Остов 5 (рис. 102) двигателя ТЛ-110 цилиндрической формы с лапами 21 для установки и крепления двигателя на фундаментной плите. Остов имеет приливы 27 с отверстиями для транспортировки его краном и прилив 35 для коробки выводов.

К остову шпильками 7 прикреплены сердечники 9 четырех главных полюсов, собранные из штампованных листов 31, стянутых заклепками 30. Катушки 6 главных полюсов изготовлены из меди марки ПСД сечением $2,26 \times 3,8$ мм и имеют 287 витков каждая.

Сердечники 10 дополнительных полюсов сплошные стальные, прикреплены к остову болтами 11. Между сердечниками и остовом установлены немагнитные дюралюминиевые прокладки. Катушки 12 изготовлены из меди марки ПСД сечением $1,95 \times 3,8$ мм и имеют по 120 витков каждая.

Корпусная изоляция катушек главных и дополнительных полюсов состоит из семи слоев микаленты, а покровная — из одного слоя электроизоляционной стеклотенты, уложенных вполуперекрышу.

В последние годы для катушек главных и дополнительных полюсов начали применять более надежную и долговечную монолитную изоляцию. В этом случае каждую катушку изолируют шестью слоями стеклослюдинитовой ленты ЛС-40Ру-ТТ размерами $0,13 \times 25$ мм и одним слоем ленты стеклянной электроизоляционной ЛЭС размерами 0,1—20 мм вполуперекрышу. После сушки катуш-

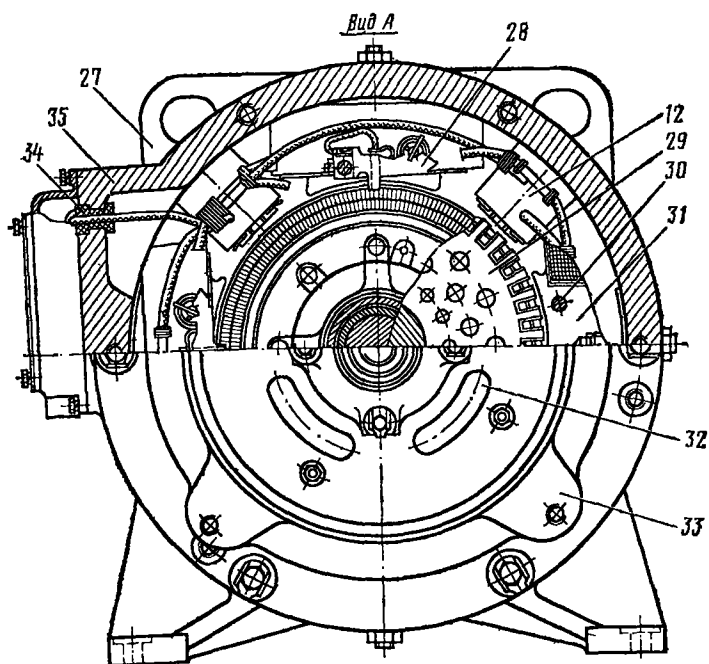
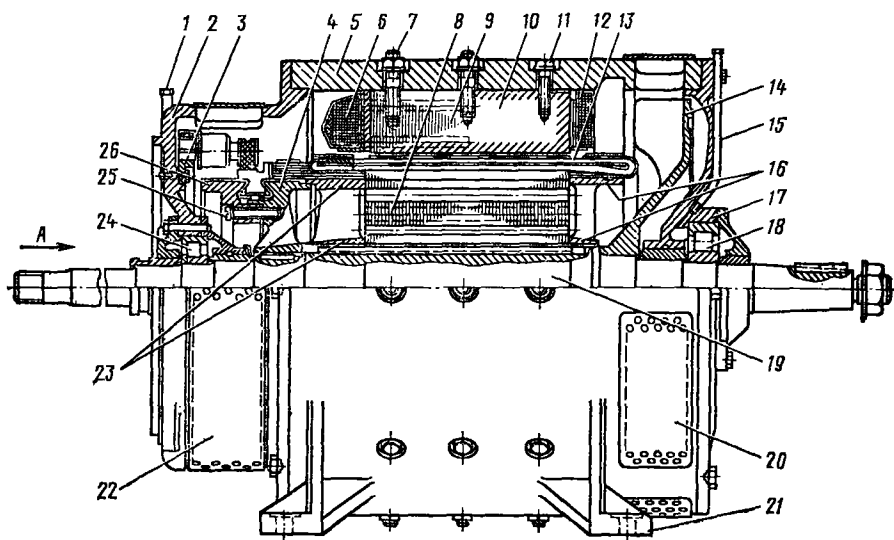


Рис. 102. Электродвигатель ТЛ-110

ки пропитывают в компаунде из эпоксидной смолы и отвердителя. Затем при нагревании катушек в специальных печах происходит отверждение компаунда. При использовании монолитной изоляции катушки главных и дополнительных полюсов также выполняют в виде неразъемных моноблоков совместно с их сердечниками.

Сердечники 8 якоря состоят из штампованных стальных листов 29, собранных с направляющей шпонкой на валу 19 и удерживаемых в сжатом состоянии нажимными шайбами передней 23 и задней 16, запрессованными на этот вал. Коллектор якоря имеет 343 медные пластины, изолированные одна от другой миканитовыми прокладками, а от корпуса машины — миканитовыми манжетами и цилиндром. Корпус 4 коллектора запрессован на вал 19 якоря. Нажимной конус 26 стянут с корпусом 4 коллектора болтами 25.

Обмотка 13 якоря волновая, состоит из 43 катушек по восемь секций в каждой катушке. Секции выполнены из круглой меди диаметром 1,45 мм. Корпусная изоляция катушек состоит из шести слоев стеклослюдинитовой ленты и одного слоя ленты из фторопласта, а покровная изоляция — из одного слоя стеклоленты. Каждый слой изоляции уложен вполуперекрышу. Крепление пазовых и лобовых частей обмотки якоря выполнено бандажами из стеклобандажной ленты.

На вал 19 якоря запрессован центробежный вентилятор 14 с радиальными лопатками, выбрасывающий воздух из машины через специальные вентиляционные люки, закрытые крышками 20 с круглыми отверстиями. Охлаждающий воздух поступает в машину через круглые отверстия в крышках 22 коллекторных люков и из генератора управления через специальные отверстия 32 в подшипниковом щите, расположенном со стороны коллектора двигателя.

Вал якоря вращается в роликовых подшипниках 24 и 18, наружные кольца которых запрессованы в подшипниковые щиты 2 и 17. Для пополнения смазки в смазочных камерах этих подшипников предусмотрены специальные трубки 1 и 15. Подшипниковый щит 2 имеет приливы 33 для крепления остова генератора управления. На этом подшипниковом щите установлена поворотная траверса 3 с четырьмя щеткодержателями 28.

Обмотки якоря дополнительных и главных полюсов соединяют последовательно внутри машины (рис. 103). От одного из мест соединений выводят кабель, маркируемый буквой К. Кабели, подключаемые к началу и концу этой цепи, маркируют буквами Я и КК. Вывод К используют для постоянного шунтирования резистором катушек возбуждения, необходимого для защиты тяговых двигателей от токов короткого замыкания в режиме рекуперативного торможения. Для предохранения от повреждений изоляции выводных кабелей при выходе из остова машины их пропускают через специальные резиновые втулки 34 (см. рис. 102).

На один конец вала, выходящий из остова двигателя, насаживают и закрепляют гайкой ротор центробежного вентилятора

Ц13-50, а на другой конец, выходящий со стороны коллектора, насаживают якорь генератора управления.

Генератор управления ДК-405К. Генератор ДК-405К представляет собой четырехполюсную машину без дополнительных полюсов. Цилиндрический остов 10 (рис. 104) генератора крепят болтами 9 к подшипниковому щиту 12 мотор-вентилятора. Сердечники 7 главных полюсов собраны из штампованных стальных листов, стянутых заклепками 15, и закреплены в остова болтами 8.

Катушки 11 главных полюсов намотаны из медного провода диаметром 2,1 мм и имеют по 510 витков каждая. Корпусная изоляция выполнена лентой из лакоткани, а покровная — киперной лентой одним слоем вполуперекрещу. В настоящее время выпускают катушки полюсов в моноблочном исполнении на изоляции «Монолит». Щеткодержатели укреплены на поворотной траверсе 5. Удовлетворительную коммутацию обеспечивают соответствующим смещением щеток с нейтральной машины. Якорь 13 генератора собран на втулке 2, которая выполнена вместе с задней нажимной шайбой и насажена на конец вала 14.

Стальные листы якоря в сжатом состоянии удерживает передняя нажимная шайба 6, которая запрессована на втулку 2. Корпус 4 коллектора из пластмассы имеет стальную втулку 3 для посадки его на втулку 2 якоря. Коллектор имеет 107 пластин, изолированных одна от другой миканитовыми прокладками. Обмотка якоря волновая, выполнена из меди размерами 1,25×5,5 мм. Корпусная изоляция катушек обмотки якоря выполнена простынкой из лакоткани в 2¼ оборота, а покровная изоляция — из тафтяной ленты, уложенной одним слоем встык. Обмотка закреплена на якоре стеклобандажной лентой.

Охлаждающий воздух засасывается в генератор через отверстия в его торцевой крышке 16 и в крышках 1 коллекторных люков. Генератор имеет параллельное возбуждение. Для поддержания постоянного напряжения 50 В при изменении частоты вращения мотор-вентилятора в цепь возбуждения генератора включают устройство, автоматически регулирующее его напряжение. Катушки возбуждения генератора соединяют последовательно, а выводы от них маркируют буквами Ш (начало) и ШШ (конец цепи возбуждения). Выводы от щеткодержателей маркируют соответственно буквами Я и ЯЯ.

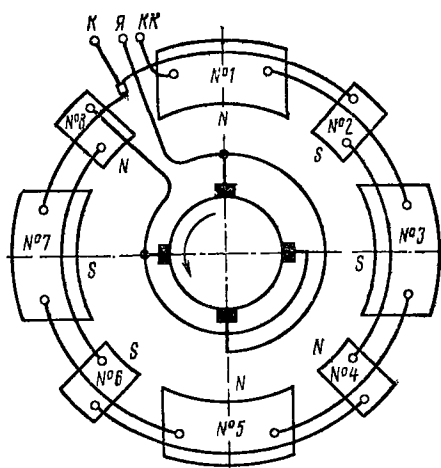


Рис. 103. Схема соединения обмоток электродвигателя ТЛ-110

Таблица 4

Показатели	Характеристики электро-двигателя			Характеристики гене-ратора управления	
	НБ-430А	ТЛ-110	2А-3432/4	ДК-405К	ЗА-1731/4
Серия электровоза	ВЛ8, ВЛ23	ВЛ10	ЧС2	ВЛ8, ВЛ23, ВЛ10	ЧС2
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000	50	60
Номинальная мощность, кВт	37,2	53,1	24	4,5	5,0
Номинальный ток, А	14,5	20,6	9,6	90	83,5
Номинальная частота вращения, об/мин	875	990	1500	875, 990*	2600

* Частота вращения 990 об/мин соответствует работе генератора с двигателем ТЛ 110 на электровозе ВЛ10.

Электродвигатель 2А-3432/4 и генератор управления ЗА-1731/4. На пассажирских электровозах ЧС2 для вращения вентиляторов применяют четырехполюсные электродвигатели 2А-3432/4 последовательного возбуждения с самовентиляцией. По конструкции двигатель 2А-3432/4 подобен ранее рассмотренному двигателю компрессора 1А-3432/4. Остов двигателя 1 (рис. 105) восьмигранный.

Двигатель соединяют с вентилятором эластичной самоцентрирующейся муфтой, ведущую часть которой крепят на конце вала 6 двигателя. На вал якоря напрессован вентилятор с радиальными лопатками. Вентилирующий воздух поступает в двига-

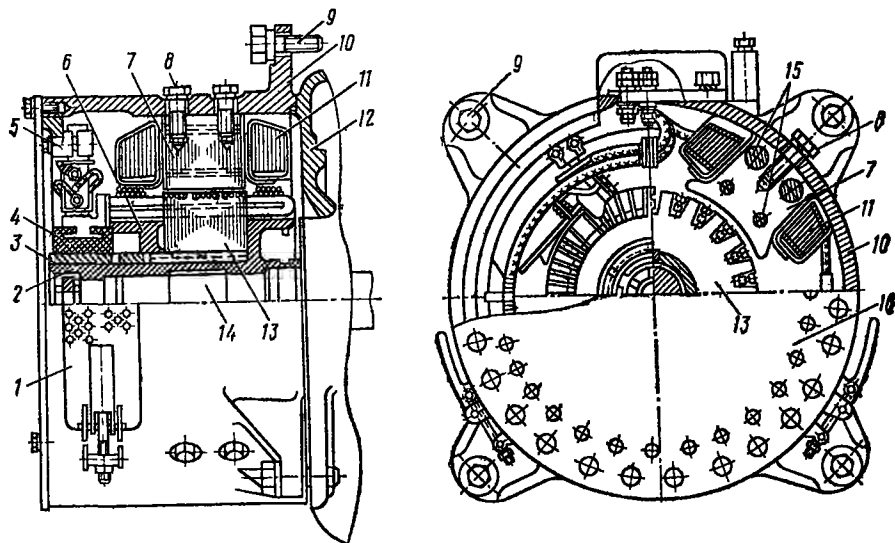


Рис. 104. Генератор управления ДК-405К

тель через закрытые сеткой 2 коллекторные люки и выходит через специальные отверстия в подшипниковом щите со стороны противоположной коллектору.

Генератор 4 управления установлен и закреплен на четырех круглых приливах 5 двигателя вентилятора. Он имеет остов цилиндрической формы, в котором установлены четыре главных и четыре дополнительных полюса. Вращающий момент от двигателя вентилятора к валу генератора управления передается клиновой ременной передачей, закрытой кожухом 3.

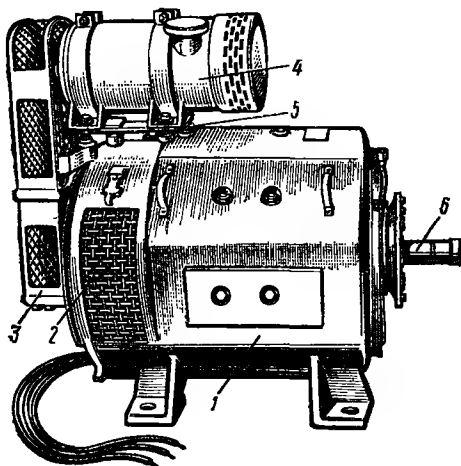


Рис. 105. Электродвигатель вентилятора с генератором управления пассажирских электровозов ЧС2

Технические данные двигателей вентиляторов и генераторов управления. Двигатели вентиляторов и генераторы управления работают на электровозах продолжительное время без выключений. Поэтому их номинальные данные обычно приводят для продолжительного режима (табл. 4).

§ 29. Преобразователи

Общие сведения. Преобразователи устанавливают на грузовых электровозах ВЛ10 и ВЛ8 для питания обмоток возбуждения тяговых двигателей при рекуперативном торможении. Преобразователь состоит из двигателя, получающего питание от контактной сети и генератора, питающего обмотки возбуждения тяговых двигателей.

Генератор преобразователя при рекуперативном торможении электровоза питает обмотки возбуждения тяговых двигателей током, обеспечивающим получение необходимых для рекуперативного торможения магнитных потоков и э. д. с. вращения тяговых двигателей.

Напряжение на зажимах генераторов преобразователей зависит от системы рекуперативного торможения на электровозе, сопротивления и числа последовательно включенных обмоток возбуждения тяговых двигателей, а также от тока возбуждения в этих обмотках.

На электровозах ВЛ8 и ВЛ10 применена система рекуперативного торможения с противовозбуждением генераторов преобразователей.

Двигатели преобразователей имеют смешанное возбуждение — последовательное и независимое. Последовательное возбуждение позволяет ограничить частоту вращения преобразователей в допустимых пределах при включении преобразователей без нагрузки на их генераторах.

Генераторы преобразователей НБ-429А и НБ-436А имеют на главных полюсах катушки независимого возбуждения и катушки противовозбуждения, по которым в режиме рекуперативного торможения проходит ток тяговых двигателей. Намагничивающие силы этих катушек направлены встречно, что ограничивает броски тока рекуперации двигателей при резких изменениях напряжения в контактной сети.

В конструкции преобразователей НБ-429А и НБ-436 имеется много общего, но наряду с этим имеются и определенные различия. Эти преобразователи, в основном, различаются размерами сечений меди обмоток, их изоляцией и числом витков катушек.

Преобразователь НБ-436А. Двигатель преобразователя имеет четыре главных и четыре дополнительных полюса. Сердечники 8 (рис. 106) дополнительных полюсов с катушками 10 крепят к остову 4 болтами 7. Сердечники 39 главных полюсов с катушками последовательного 41 и независимого 40 возбуждения крепят к остову шпильками 35.

Катушки последовательного возбуждения имеют по 25 витков, намотанных из меди марки ПБД прямоугольного сечения ($1,68 \times 3,05$ мм). Катушки 10 дополнительных полюсов намотаны из такой же меди и имеют по 219 витков. Корпусная изоляция этих катушек состоит из шести слоев стеклолакоткани, а покровная — из одного слоя киперной ленты. Катушки независимого возбуждения двигателя имеют по 234 витка из меди марки ПБД прямоугольного сечения размерами $1,81 \times 2,1$ мм. Корпусная изоляция состоит из трех слоев стеклолакоткани, а покровная — из одного слоя киперной ленты. Изоляция всех катушек полюсов уложена вполуперекрышу.

В последние годы для катушек главных и дополнительных полюсов двигателей и генераторов преобразователей начали применять более совершенную монолитную изоляцию.

Генератор преобразователя шестиполюсный; он имеет шесть главных полюсов с катушками 17 независимого и 18 последовательного возбуждения и шесть дополнительных полюсов. Сердечники 14 главных полюсов, собранные из штампованных стальных листов, крепят к остову шпильками 15, а сплошные стальные сердечники 44 дополнительных полюсов — болтами 32. Катушка 17 независимого возбуждения (280 витков) изготовлена из медного провода марки ПБД и изолирована одним слоем стеклолакоткани (корпусная изоляция) и одним слоем киперной ленты (покровная изоляция) вполуперекрышу.

Катушка 18 обмотки противовозбуждения имеет два витка, изготовленных из меди марки МГМ прямоугольного сечения размерами $3,8 \times 2,2$ мм. Витки изолированы один от другого электроизо-

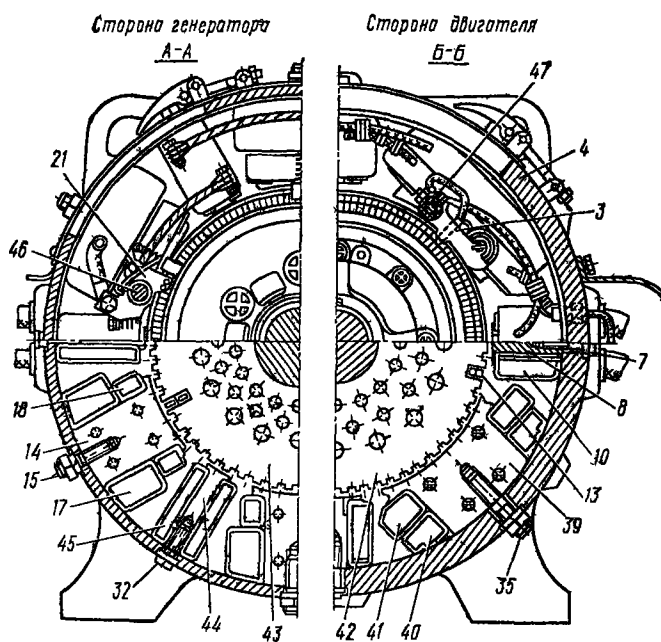
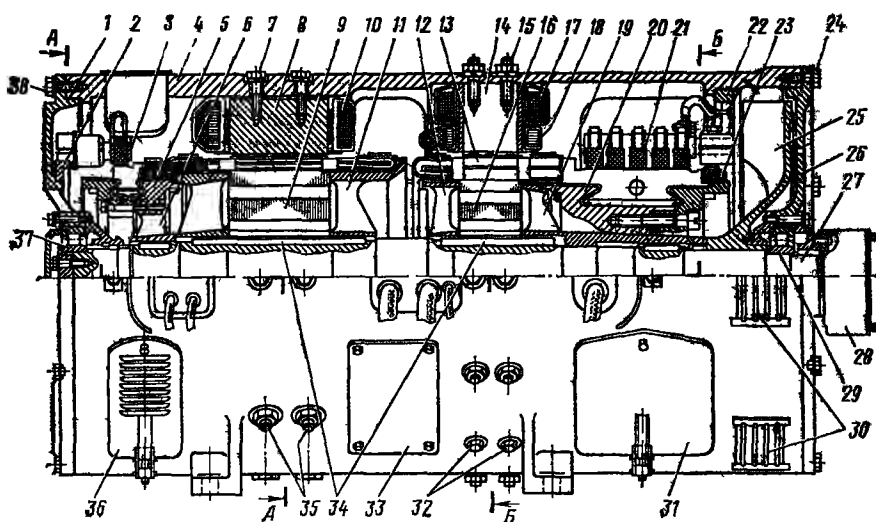


Рис 106 Преобразователь НБ-429А

ляционным картоном. Корпусная изоляция состоит из шести слоев стеклолакоткани, а покровная из одного слоя тафтяной ленты. Катушка 45 дополнительного полюса (8 витков) изготовлена из меди прямоугольного сечения. Ее корпусная изоляция состоит из двух слоев микаленты, а покровная — из одного слоя киперной ленты, уложенных вполуперекрышу.

В горловины остова запрессованы и закреплены болтами 38 и 24 подшипниковые щиты 1 и 26, в которых установлены роликовые подшипники 29 и 37 якоря. Со стороны двигателя в щите 1 установлен упорный подшипник, ограничивающий перемещение вала в продольном направлении, а в щите 26, расположенном со стороны генератора, — свободный подшипник.

Сердечники 9 и 16 якорей и коллекторы 5 и 20 соответственно двигателя и генератора собраны на одном общем валу 27 в сжатом состоянии. Стальные листы 42 и 43 сердечников якорей двигателя и генератора удерживают нажимные шайбы соответственно 6, 11 и 12, 19, напрессованные на вал якоря со шпонками 34.

На внешние поверхности нажимных шайб уложены лобовые соединения обмоток якорей. Крепление обмоток на якорях двигателя и генератора бандажное.

Обмотка якоря двигателя волновая без уравнительных соединений, состоит из 43 катушек, изготовленных из медных проводников круглого сечения. Обмотка 13 якоря генератора петлевая с уравнительными соединениями 23, уложенными и закрепленными на изолированной выступающей части нажимного конуса коллектора. Она состоит из 57 катушек, в каждой из которых собрано по восемь одновитковых секций, выполненных из меди марки МГМ прямоугольного сечения размерами $1,56 \times 8$ мм.

Витковая изоляция выполнена одним слоем микаленты, а корпусная изоляция катушек — двумя слоями микаленты, уложенными вполуперекрышу. Покровная изоляция катушки якорной обмотки состоит из одного слоя стеклотенты, уложенного встык.

Длина рабочей части коллекторных пластин генератора значительно больше, чем двигателя, так как ток генератора во много раз больше тока двигателя. Щеткодержатели 3 двигателя и 21 генератора крепят к поворотным траверсам 2 и 22 с помощью изолирующих пальцев 47 и 46.

Для осмотра коллекторов и щеткодержателей двигателя и генератора предусмотрены специальные люки, закрытые крышками 36 и 31. Отверстие в остова преобразователя, закрытое крышкой 33, укреплен-

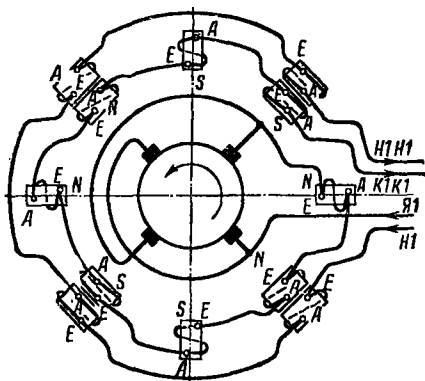


Рис. 107. Схема соединения обмоток двигателя преобразователя НБ-436А

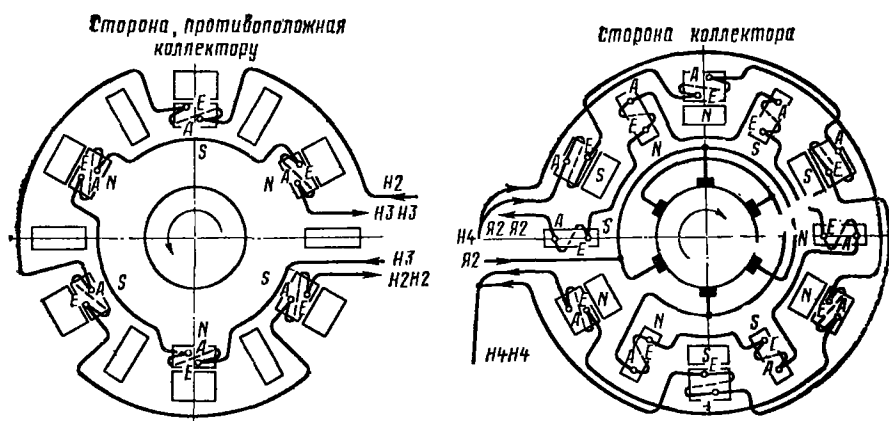


Рис. 108. Схема соединения обмоток генератора преобразователя НБ-436А

ной болтами, предназначено для выполнения монтажных работ при сборке преобразователя.

Щеткодержатели одинаковой полярности у двигателя и генератора электрически соединены между собой.

У двигателя преобразователя (рис. 107) обмотка якоря, катушки дополнительных полюсов и катушки последовательного возбуждения главных полюсов соединены между собой последовательно. Выводные кабели от начала и конца этой цепи обмоток маркированы буквами соответственно *Я1* и *К1К1*. Буквами *Н1* и *Н1Н1* маркированы кабели, идущие соответственно от начала и конца цепи последовательно соединенных катушек независимого возбуждения двигателя.

К одному из щеткодержателей генератора присоединены выводной кабель, маркированный буквой *Я2* (рис. 108), а к щеткодержателю другой полярности — кабель, соединяющий его с началом катушки дополнительного полюса. Катушки всех дополнительных полюсов соединены между собой последовательно. Кабель, выведенный от конца этой цепи, маркирован буквами *Я2Я2*. Катушки обмотки противовозбуждения генератора, по которым проходит ток рекуперации двигателей, соединяют в две параллельные цепи по три последовательно включенные катушки в каждой цепи. Выводные кабели от начала и конца этих двух цепей маркируют буквами *Н2, Н2Н2* и *Н3, Н3Н3*.

Катушки независимого возбуждения генератора также соединяют в две параллельные цепи, включая по три катушки последовательно в каждой цепи. Выводные кабели от этих двух соединенных параллельно цепей катушек независимого возбуждения маркируют буквами *Н4* и *Н4Н4*.

На конце вала 27 (см. рис. 106), выступающем из подшипникового щита со стороны генератора, установлено реле оборотов 28, которое срабатывает при повышении частоты вращения

вала преобразователя до 1800 об/мин и вызывает отключение двигателя преобразователя. Это предохраняет преобразователь от превышения наибольшей допустимой частоты вращения двигателя и генератора.

На вал 27 преобразователя со стороны генератора напрессован вентилятор 25 с радиальными лопатками. При вращении вала вентилятор выбрасывает воздух из машины через отверстия в остове, закрытые решетками 30.

Вентилирующий воздух поступает в машину через специальные отверстия в крышках 36 смотровых коллекторных люков. Внутри машины воздух проходит двумя параллельными потоками. Один поток проходит между катушками полюсов и в воздушных зазорах между сердечниками полюсов и якорями двигателя и генератора.

Второй поток проходит через отверстия в корпусе коллектора и передней нажимной шайбе якоря двигателя. Затем поток проходит

Таблица 5

Показатели	Характеристики преобразователя			
	НБ-429А		НБ-436А	
	Двигатель	Генератор	Двигатель	Генератор
Серия электровоза	ВЛ18		ВЛ10	
Число преобразователей на электровозе	2	2	2	2
Номинальная мощность, кВт	29,5	22,2	40,7	30,4
Номинальное напряжение, В	3300	37	3300	38
Номинальный ток, А	11	600	15	800
Номинальная частота вращения, об/мин	1200		1200	

по вентиляционным каналам сердечника якоря и через отверстия в задней нажимной шайбе. Далее этот поток воздуха проходит через вентиляционные каналы в сердечнике генератора и через отверстия в корпусе коллектора (на рисунке они не показаны) выходит к вентилятору 25.

Технические данные преобразователей. Номинальные мощности генераторов преобразователей на 7—10 кВт меньше, чем их двигателей (табл. 5). Это связано с потерями энергии при ее преобразовании.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ПРИБОРЫ

§ 30. Общие сведения

Электрические аппараты и приборы предназначены для замыкания и размыкания электрических цепей электровозов, для управления работой тяговых двигателей, вспомогательных машин и другого оборудования, для контроля за работой машин и аппаратов и защиты оборудования при возникновении ненормальных режимов, а также для освещения электровозов. Электрические цепи электровоза принято разделять на три группы: силовые цепи тяговых двигателей, силовые цепи вспомогательных машин (вспомогательные цепи) и цепи управления, освещения и сигнализации.

В соответствии с разделением цепей электрические аппараты также разделяют на аппараты силовых цепей тяговых двигателей, вспомогательных цепей и цепей управления.

Аппараты могут иметь непосредственное управление или косвенное (дистанционное). При непосредственной системе управления машинист приводит в действие аппарат поворотом рукоятки (разъединители, рубильники, отключатели тяговых двигателей). При дистанционном управлении аппараты включают на расстоянии, используя аппаратуру цепей управления. В этом случае машинист рукояткой или кнопкой включает и выключает ток цепи управления данного аппарата и с помощью этого тока воздействует на включение или выключение самого аппарата. При системе дистанционного управления применяют электромагнитные, электропневматические и электродвигательные приводы. Электромагнитный привод основан на использовании электромагнитной силы, т. е. силы, создаваемой магнитным полем, которое возникает в сердечнике при прохождении тока цепи управления по насаженной на этот сердечник катушке. Под действием создаваемого магнитного потока к сердечнику притягивается якорь, с которым соединен подвижной контакт аппарата. При небольших размерах самих аппаратов и их катушек можно получить сравнительно небольшие силы нажатия контактов. Поэтому электромагнитный привод применяют обычно в аппаратах вспомогательных цепей и цепей управления, рассчитанных на небольшие токи.

Значительно большие силы можно получить при электропневматическом приводе. Под действием тока цепи управления в аппарате создается магнитный поток, который воздействует на открытие или закрывание клапана пневматической системы. Сжатый

воздух поступает в цилиндр аппарата и воздействует на поршень, соединенный с подвижным контактом. За счет давления сжатого воздуха в пневматической системе управления силы нажатия контактов получают большими, и такие аппараты используют для включения и отключения силовых цепей тяговых двигателей, а иногда и вспомогательных цепей.

При электродвигательном приводе аппарат работает от электрического двигателя, включаемого под напряжение цепи управления электровозом.

Приводы подразделяют также на индивидуальные и групповые. При индивидуальном приводе каждый аппарат срабатывает от своего электромагнитного или электропневматического привода. Если необходимо получить строгую последовательность работы нескольких аппаратов, их цепи управления связывают блокировками. При этом электрическая схема получается сложной. Для ее упрощения применяют групповой привод, обычно электропневматического или электродвигательного типа, от которого работают несколько механизмов или контактов аппарата, обычно через кулачковые валы и механические передачи.

В этом случае последовательность срабатывания отдельных контактов или других электрических звеньев цепи осуществляется их взаимной механической связью.

В отличие от электрических аппаратов, находящихся в стационарных условиях (в неподвижном шкафу или на стене здания), аппараты электровозов работают в более тяжелых условиях. Их детали и элементы испытывают тряску, вибрации и удары, аппараты работают в запыленной атмосфере, а в ненастную погоду при высокой влажности. Зимой на аппараты возможно попадание снега, который при нагревании может увлажнить части аппарата и прежде всего изоляцию. Температура, при которой работают аппараты, колеблется в широких пределах от $+40^{\circ}\text{C}$ летом и до -50°C зимой. Напряжение в контактной сети и в цепях управления не остаются неизменными. Номинальное напряжение в контактной сети установлено 3000 В, но в действительности оно изменяется до 3800 В, а кратковременно даже до 4000 В. Напряжение в цепях управления, освещения и сигнализации может снижаться от номинального 50 до 35 В при питании от генератора управления, а если катушки аппарата получают питание от аккумуляторной батареи — до 30 В.

В зависимости от нагрузок тяговых двигателей, изменяющихся в широких пределах, значительно изменяются и токи, проходящие через элементы аппаратов силовых цепей. В эксплуатации электровоза номинальное давление сжатого воздуха в пневматической системе управления 5 кгс/см^2 может изменяться от 3,5 до $6,75\text{ кгс/см}^2$. Приводы электропневматических аппаратов при таких изменениях давления испытывают разные усилия.

Все эти специфические условия работы электрических аппаратов электровозов учитывают при разработке и изготовлении аппаратов. Общие требования, предъявляемые к тяговым аппаратам

электроподвижного состава, указаны в ГОСТ 9219—66, а к токоприемникам — в ГОСТ 12058—72.

Детали аппаратов должны иметь достаточную механическую прочность, а крепление их не должно ослабляться при работе в условиях тряски, вибрации и ударов, высоких и низких температур и т. д. Изоляция при увлажненном состоянии и в пыльной атмосфере должна быть достаточной и не допускать пробоя при нормальных напряжениях и при возникновении перенапряжений. Таким образом, каждый аппарат электровоза должен обеспечить четкую и надежную работу при всех изменениях условий эксплуатации.

§ 31. Электрические контакты

Электрический ток проходит по проводникам и переходит от одного проводника к другому через соприкасающиеся поверхности. Эти места называют контактами. Контакты могут быть неподвижные, подвижные скользящие и подвижные размыкающиеся.

Неподвижные контакты подразделяют на неразъемные (обычно паяные, сварные и т. д.) и разъемные, при которых проводники подсоединяют к контактам крепежными деталями (болтами, винтами и т. д.).

Подвижные скользящие контакты служат для непрерывного соединения проводников при перемещении одного из них по другому. Подвижные размыкающиеся контакты обеспечивают замыкание, размыкание электрических цепей, которые сопровождаются ударами поверхностей при замыкании и образованием электрической дуги при размыкании цепи, ухудшающими поверхности соприкосновения.

В зависимости от формы контактной поверхности контакты бывают точечными, линейными и плоскими. Точечный контакт с очень малой площадью образуется при соприкосновении двух сферических поверхностей (рис. 109, а) или сферической поверхности с плоскостью. Вследствие малой площади соприкосновения удается получить при небольших силах нажатия (на рисунке показаны стрелками) большие давления и надежный контакт. Такие контакты применяют в цепях управления при малых токах. Линейный контакт в виде узкой прямолинейной полосы возникает при цилиндрических поверхностях (рис. 109, б). При больших силах нажатия надежный контакт обеспечивается даже при прохождении больших токов. Такой тип контактов нашел широкое применение на аппаратах силовых цепей электровозов.



Рис. 109. Электрические контакты:
а — точечные; б — линейные; в — плоские

Плоские контакты (рис. 109, а) применяют при неподвижных разъёмных соединениях и реже при подвижных соединениях, где есть возможность создать большие нажатия.

При малых давлениях поверхности соприкасаются только в отдельных точках, создавая большое сопротивление току. Большие давления позволяют смять металл в месте контактных точек, увеличить площадь соприкосновения и уменьшить сопротивление в месте контакта.

Обычно контактирующие детали также называют контактами. По своей форме и конструктивному выполнению контакты (рис. 110) бывают Г-образные, пальцевые, пластинчато-торцовые, мостиковые, клиновые, штепсельные, щеточные и т. д. Нужно иметь в виду, что электрическое сопротивление контакта бывает выше сопротивления самого проводника. Такое повышенное сопротивление вызывает нагрев контакта и окисление контактных поверхностей, которое в свою очередь приводит к дальнейшему увеличению электрического сопротивления и дальнейшему нагреванию контактных поверхностей.

Для уменьшения переходного сопротивления контактов их изготовляют из материалов с малым электрическим сопротивлением, тщательно обрабатывают контактные поверхности, создают большие нажатия контактов и принимают меры по удалению пленки окислов с места контакта. Контакты чаще всего изготовляют из меди или серебра. Серебряные контакты имеют малое переходное сопротивление, окислы серебра обладают также малым сопротивлением. Но вследствие низкой дугостойкости, малой твердости и большой стоимости контакты из серебра применяют только в цепях низкого напряжения при небольших токах. На электровозах серебряные контакты используют в цепях управления в виде тонких пластин, напаиваемых на медные контакты.

В силовых цепях применяют медные контакты. Медь имеет несколько большее электрическое сопротивление по сравнению

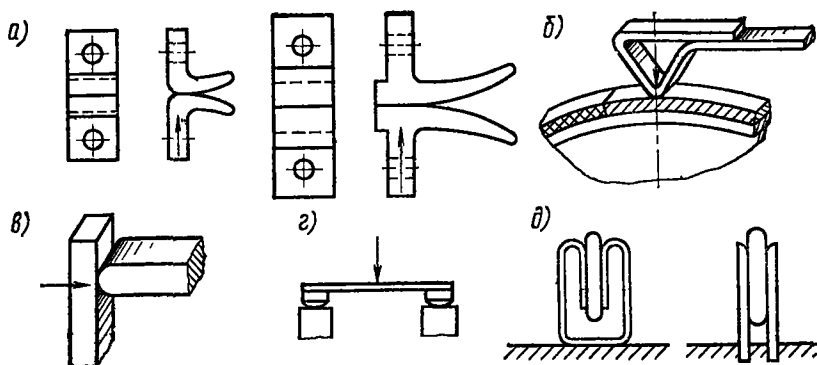


Рис. 110. Виды контактов:

а — Г-образные; б — пальцевые; в — пластинчато-торцовые; г — мостиковые; д — клиновые

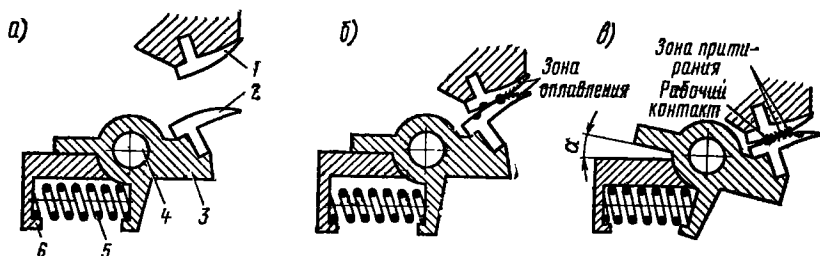


Рис. 111. Схема включения контактов с притиранием:

а — выключенное положение; б — соприкосновение контактов; в — включенное положение

с серебром и легко окисляется, но обладает большей механической прочностью, износостойкостью и теплопроводностью, а также значительно меньшей стоимостью.

В ряде аппаратов используют стальные контакты в виде пальцев, скользящих по медным кольцам. Угольные контакты находят применение в скользящих контактах токоприемников и в регуляторах напряжения цепей управления.

Переходное сопротивление в месте контакта уменьшают также за счет больших давлений на медные контакты. При этом за счет деформации выступающих частиц площадь соприкосновения контактов увеличивается.

Переходное сопротивление контактов уменьшается также за счет притирания контактов в период включения. Притиранием контактов называют перекатывание с проскальзыванием одного контакта относительно поверхности второго контакта для удаления пленки окислов, грязи, копоти, наплывов металла. На рис. 111 для примера показан механизм электропневматического контактора, обеспечивающий притирание контактов. Подвижной 2 и неподвижный 1 контакты обеспечивают при соприкосновении линейный контакт, так как имеют цилиндрическую поверхность. Подвижной контакт 2 укреплен на держателе 3, который может поворачиваться на оси 4, укрепленной на включающем рычаге 6. При выключенном положении держатель отжимается притирающей пружиной 5 (рис. 111, а). Включение контактора сопровождается подъемом рычага 6 с осью 4 вверх. Вначале контакты соприкасаются по линии ближе к концам (рис. 111, б), а затем по мере подъема рычага происходит поворот держателя 4 на угол α со сжатием пружины 5 и перекатывание подвижного контакта по неподвижному с проскальзыванием. Ход оси 4 во время притирания контактов называют провалом контакта.

При включении электропневматического контактора контакты вначале перекатываются с проскальзыванием и место контакта переходит к концам, а затем отходят один от другого. Возникающая при разрыве тока электрическая дуга несколько подплавляет крайние части подвижного и неподвижного контактов, не повреждая рабочую поверхность.

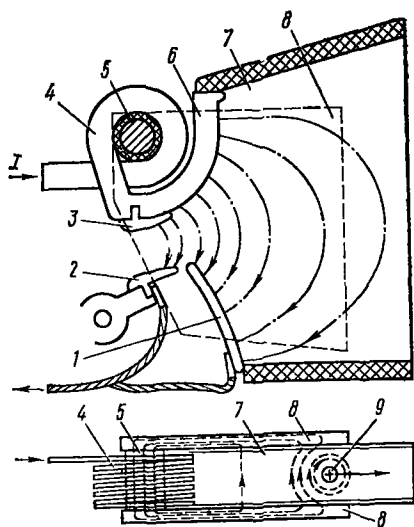


Рис. 112. Схема гашения дуги

§ 32. Гашение электрической дуги

При разрыве электрического тока образуется электрическая дуга. В начале размыкания контактов под током из-за уменьшения площади соприкосновения и соответственно увеличения электрического сопротивления отдельные точки на контактах сильно нагреваются. При отрыве одного контакта от другого воздух, окружающий эти точки, также нагревается и ионизируется, становясь проводником тока. Поэтому ток с отрывом контактов не прерывается, а продолжает идти через ионизированный воздух, образуя электрическую дугу.

Для гашения дуги необходимо или удлинить ее до размеров выше так называемой критической длины, при которой разрываемое напряжение не может ее поддерживать, или охладить, или одновременно сделать то и другое. Применяют также дробление дуги на ряд малых дуг, которые затем бывает легче погасить. При малых напряжениях и токах специальных дугогасительных устройств не делают, а просто выбирают расстояние между разомкнутыми контактами больше критической длины дуги, которая при этих условиях очень мала.

Дуга, образуемая при разрыве больших токов в цепи высокого напряжения, имеет большую мощность. Ее температура внутри достигает $10\,000^{\circ}\text{C}$, а на поверхности и около контактов $2000\text{—}3000^{\circ}\text{C}$. Если не принять специальных мер, то контакты и весь аппарат будут сожжены электрической дугой. Поэтому дуги направляют электромагнитным дутьем в специальную дугогасительную камеру, где ее и гасят. Электромагнитное дутье основано на взаимодействии тока электрической дуги с магнитным потоком. При разрыве контактов 2 и 3 (рис. 112) магнитный поток, показанный штриховыми линиями, наводится с помощью дугогасительной катушки 4 в сердечнике 5 и замыкается через полюсы 8 и воздушную среду в зоне горения дуги. Электрическая дуга 9 при взаимодействии с магнитным потоком перемещается по правилу левой руки направо в дугогасительную камеру 7. Вначале она замыкается между контактами 2 и 3, а затем переходит, растягиваясь, на дугогасительные рога 6 и 1, удлиняется еще больше, охлаждается о стенки камеры и гаснет. Стенки камеры в зоне гашения дуги выполняют из материалов, устойчивых к действию высоких температур — асбестоцемента или теплостойких изоляционных масс.

Улучшают условия дугогашения в камере за счет интенсивного охлаждения при прохождении узкой щели или нескольких щелей, а также удлиняют дугу, применяя лабиринты, создаваемые выступами на стенках камеры. С этой же целью иногда применяют дугогасительные (деионные) решетки, состоящие из металлических, изолированных одна от другой пластин, которые располагают поперек дуги, разбивая дугу на ряд коротких последовательно соединенных дуг. При этом возрастает падение напряжения в дугах и интенсивность охлаждения, что приводит к гашению их. Гасить электрическую дугу приходится и при перегорании высоковольтных плавких предохранителей (вставок). В предохранителях с заполнителем из сухого кварцевого песка электрическая дуга после перегорания проводника горит между песчинками, охлаждается и гаснет. Для гашения дуги используют также повышенное давление в корпусе вставки, образуемое за счет выделения газов при горении дуги из меловой засыпки или наполнителя из мраморной крошки. Применяют также трубчатые вставки с фибровым корпусом, открытые с одной стороны. При горении дуги внутри трубки под действием высокой температуры из фибры выделяются газы, создающие большое давление, в результате которого происходит выброс газов. Часть перегоревшего проводника выбрасывается газами, удлиняя электрическую дугу до гашения.

Нужно иметь в виду, что при гашении дуги возникают перенапряжения, связанные с появлением э. д. с. самоиндукции за счет индуктивности тяговых двигателей или вспомогательных машин. Перенапряжение зависит от скорости уменьшения тока в цепи. Если сделать систему дугогашения очень мощной, то дуга будет быстро гаситься, ток очень быстро будет уменьшаться, вызывая большие перенапряжения в цепи, опасные для изоляции машин и аппаратов. Поэтому система гашения дуги должна создавать по возможности плавное и ровное снижение тока, при котором перенапряжения будут наименьшие.

АППАРАТЫ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ

§ 33. Токоприемники

Общие сведения. Электровоз получает электрическую энергию через токоприемник, который установлен на крыше на изоляторах и при движении электровоза скользит по контактному проводу, обеспечивая надежный съем тока при различных условиях движения. Контактный провод подвешен в отдельных точках и из-за провисания имеет разную высоту. Токоприемник должен успевать следовать за изменением контактного провода без больших изменений нажатия на контактный провод и тем более не отходить от него.

В случае отрыва токоприемника от контактного провода между ними возникает электрическая дуга, которая портит контактные поверхности и ухудшает съем тока при последующей работе. Требования постоянства нажатия токоприемника на контактный провод при различной его высоте и при разных скоростях движения выполняются при достаточно сложном конструктивном исполнении.

В зависимости от значения снимаемого тока токоприемники выполняют легкого и тяжелого типа. Токоприемники легкого типа (на ток до 500 А) устанавливают на электровозах переменного тока и электропоездах, тяжелого типа (на длительные токи до 2200 А) — на электровозах постоянного тока. На каждом электровозе устанавливают по два токоприемника: один — рабочий, другой — запасной. Обычно работает второй по ходу движения токоприемник, так как в случае его поломки передний токоприемник остается неповрежденным. При изломе же первого по ходу токоприемника его обломки могут повредить второй.

Принцип работы токоприемника поясняется рис. 113. Основание токоприемника несет на себе нижние рамы 2, валы 1 которых поворачиваются в подшипниках. С нижними рамами шарнирно соединены верхние рамы 3. В верхней части эти рамы соединены между собой и с кареткой 5, с которой связаны полозья 4, скользящие по контактному проводу.

Валы 1 поворачиваются под действием пружины 8, которая, стремясь сжаться, передает усилие на ушки 6, поднимает рамы и создает нажатие на контактный провод. Синхронность поворота обоих валов и работу рам без перекосов обеспечивает тяга 7, соединенная с ушками 6.

Токоприемник П-5. На электровазе ВЛ10 установлено два токоприемника П5. Основание токоприемника 8 (рис. 114) сварено из двух боковых продольных швеллеров и двух поперечных швеллеров, между которыми в средней части проложены и приварены два продольных уголка. К этим уголкам крепят воздушный цилиндр 11 приводного механизма с редуктором 10 и шарнир подъемного рычага. На каждом боковом швеллере укреплено по кронштейну с буфером 12, смягчающим удары подвижных рам при опускании токоприемника, а также по две полуоси 9. На полуось 1 (рис. 115), укрепленную с помощью хомутов 2 на швеллере основания 3, посажен шариковый подшипник 4, находящийся внутри вала 5 нижней рамы. Вал выполняют из трубы с наружным диаметром 89 мм.

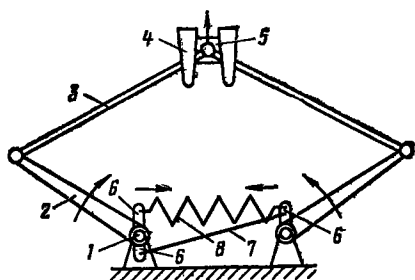


Рис. 113. Схема работы токоприемника

К валу приваривают два конических кронштейна, на которые надевают конические трубы 7 (см. рис. 114) нижней рамы и закрепляют каждую из них двумя болтами. Кроме того, к валам приваривают ушки для крепления пружин 5, тяг 6 и рычагов. Конические трубы изготавливают сваркой из тонколистовой стали толщиной 1,5 мм. Концы труб меньшего диаметра нижней рамы соединяют с трубами верхней рамы 4 через шарниры с шариковыми подшипниками. Каждая верхняя рама выполнена из трех тонкостенных стальных труб наружным диаметром 30 мм и толщиной стенки 1 мм. Две трубы — боковые и одна — диагональная соединены между собой стальными хомутами. Верхние шарниры боковых труб

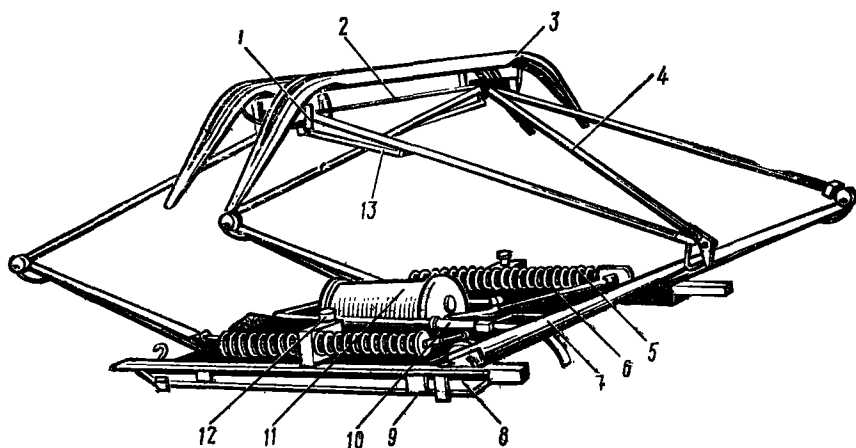


Рис. 114. Общий вид токоприемника П-5

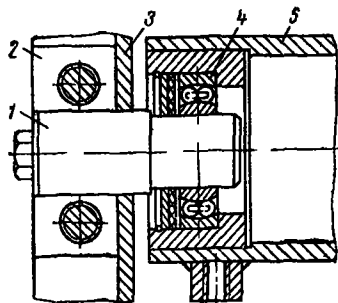


Рис. 115. Узел подшипника вала нижней рамы

через игольчатые подшипники соединены с осями, укрепленными по концам распорки 2, фиксирующей расстояние между боковыми трубами рамы в верхней части. По концам этих осей находятся каретки 1 с полозами 3. Каретка обеспечивает небольшое перемещение полозов по вертикали относительно верхней рамы, необходимое для следования полозов за небольшими по величине, но резкими изменениями контактного провода по высоте, при прохождении которых рамы токоприемников не успевают изменить

своего положения вследствие сравнительно большой массы. Каретка состоит из основания (рис. 116), состоящего из двух стальных боковин 1, соединенных втулкой 2 и заклепками 10. В верхних концевых частях основания на шариковых подшипниках установлены рычаги, состоящие из шарниров 5, к которым приварены изогнутые трубы 6 и 9 и держатели 7 кронштейнов 8 полозов. Оба рычага составляют клещевидную конструкцию. Рычаги в верхнем положении находятся под действием пружины 3, укрепленной через ушки 4 к хвостовикам шарниров 5. Своими крайними витками пружина входит в отверстия ушек. При подъеме токоприемника полозы упираются в контактный провод, но под действием подъемных пружин рама продолжает движение и вызывает просадку полозов с рычагами и растяжение пружины 3. При просадке рычагов относительно основания каретки на 50 мм пружина создает

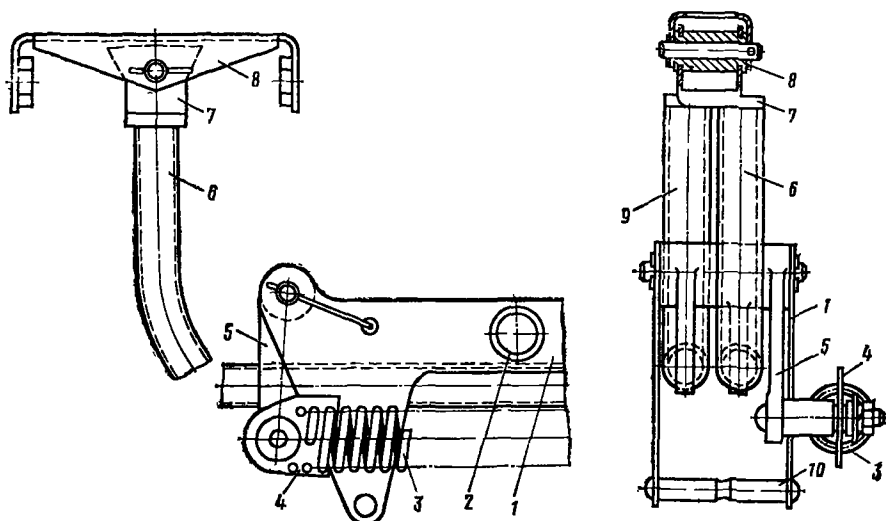


Рис. 116. Каретка токоприемника

силу 8,5—9,5 кгс на полз. Эту силу можно регулировать изменением длины пружины за счет ввинчивания в отверстия ушек.

Кронштейн полоза укреплен на держателе шарнира и может поворачиваться от горизонтального положения на 5—8°. Каретка удерживается в горизонтальном положении пружинами 13 (см. рис. 114) и имеет возможность поворачиваться на небольшой угол за счет их деформации. Пружину с одной стороны крепят к хомуту, укрепленному на трубе верхней рамы, а с другой — к заклепке основания каретки.

Полз 3 (см. рис. 114) штампуют из листовой оцинкованной стали толщиной 1,5 мм. На его рабочей поверхности укрепляют сменные контактные пластины, которые скользят по контактному проводу. Материал накладок должен иметь малое электрическое сопротивление, быть устойчивым против действия электрической дуги, износостойчивым и по возможности меньше изнашивать контактный провод.

В настоящее время находят применение медные пластины, металлокерамические пластины на медной или железной основе, а также угольные вставки. Полосы под медные накладки и под угольные вставки имеют различную конструкцию.

Пластины крепят к полозу винтами М6×16 с конической головкой, которая утапливается в коническую рассверловку пластины. Угольные вставки 3 (рис. 117), имеющие в сечении к нижней рабочей части форму «ласточкина хвоста», укрепляют к полозу 1, зажимая вставку между пластинами 2 и 4 болтами 5 размерами М6×16. Кронштейны полосов с обеих сторон имеют отверстия и приваренные изнутри гайки М10. В полосе против этих отверстий имеются овальные отверстия для упрощения подгонки деталей. Полосы крепят к кронштейнам четырьмя болтами М10.

Все шарнирные соединения и подшипниковые узлы имеют гибкие медные шунты для прохождения тока и предохранения подшипников от разъедания током и нагрева.

Рамы токоприемника поднимаются двумя подъемными пружинами 5 (см. рис. 114). Концы пружин укрепляют на пружинодержателях, имеющих по наружному диаметру винтообразные канавки, на которые наворачивается пружина крайними витками. Во внутреннюю резьбу пружинодержателя ввертывается шпилька шарнира, связывающего пружину с ушками валов нижних рам. Для устранения возможного самоотвертывания пружинодержателя на шпильку ставят контргайки.

Токоприемник поднимают с помощью пневматического привода, включающего в себя цилиндр и систему рычагов и тяг. Внутри цилиндра 7 (рис. 118) находятся поршень 9 с кожаной манжетой и

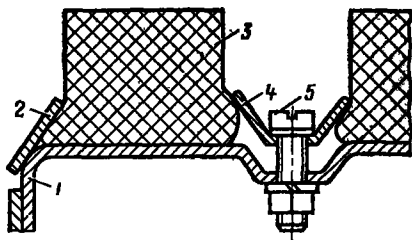


Рис. 117. Крепление угольных накладок

три опускающие пружины, показанные на рисунке условно в виде одной пружины 6. Через шток 4 сила сжатого воздуха передается на рычаг 12. Полость цилиндра с левой стороны закрыта от попадания пыли и грязи чулком 5 из пожарного рукава.

При подаче сжатого воздуха в цилиндр по трубе 8 поршень, преодолевая действие пружин 6, начнет перемещаться влево, поворачивая рычаг 12 против часовой стрелки относительно шарнира 13. Тяга 10 сместится вправо и освободит вал нижней рамы 11, который под действием подъемных пружин будет поворачиваться против часовой стрелки, поднимая токоприемник. При поднятом токоприемнике может изменяться высота рам с изменением высоты контактного провода без изменения положения деталей механизма подъема за счет прорези в тяге 10, в которой валик ушка вала 11 может свободно перемещаться. Если из цилиндра сжатый воздух будет выпущен, то под действием пружин 6 поршень и шток 4 будут перемещаться вправо, а тяга 10 — влево, преодолевая действие подъемных пружин и вызывая поворот вала 11 по часовой стрелке и опускание токоприемника. Три пружины в цилиндре поставлены для повышения надежности опускания токоприемника при выпуске воздуха из цилиндра. Такое опускание должно произойти даже при изломе одной из пружин.

Токоприемник при подъеме не должен сильно ударяться о контактный провод, чтобы не раскатать и не погнуть его. При опускании необходимо резко оторвать полозы от контактного провода с тем, чтобы уменьшить вероятность его пережога в случае опускания токоприемника при включенных вспомогательных цепях электровоза, а затем опускание замедлить, чтобы уменьшить силу удара подвижных частей об амортизатор.

Поэтому токоприемник П-5 снабжен специальным редукционным устройством, состоящим из воздухораспределителя 2, в котором имеется регулируемое винтом 3 отверстие, и крана 1. При опущенном токоприемнике кран 1 перекрывает трубы, по которым воздух может проходить в цилиндр, минуя воздухораспределитель. При подъеме токоприемника воздух медленно наполняет цилиндр, так как проходит через узкое отверстие воздухораспределителя, и подвижные части медленно подводят полозы к контактному прово-

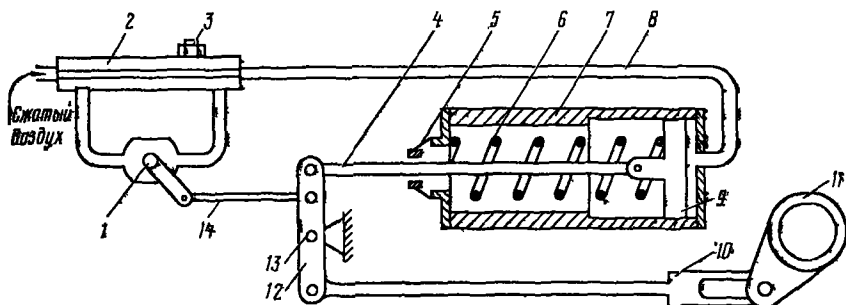


Рис. 118. Система подъема токоприемника П-5

ду. В процессе подъема рычаг 12 поворачивается и через тягу 14 открывает кран 1, соединяя цилиндр в обход воздухораспределителя. За счет этого при опускании воздух из цилиндра выходит быстро и подвижные части токоприемника резко опускаются. Однако при этом перекрывается кран 1 и дальнейшее опускание идет медленно, так как воздух выходит через регулируемое отверстие воздухораспределителя.

Скорость подъема регулируют винтом 3 воздухораспределителя, а скорость опускания — изменением длины тяги 14, а также имеющимися на рычаге 12 регулировочными винтами, изменяющими положение рукоятки крана от угла поворота рычага.

Сила нажатия ползцов на контактный провод, с одной стороны, должна быть достаточно большой, чтобы иметь меньшее переходное сопротивление и обеспечить надежный контакт, а с другой, — не вызывать большого износа пластин ползцов и контактного провода при движении. Эту силу нажатия регулируют натяжением подъемных пружин 5 (см. рис. 114) за счет изменения длины шпилек шарниров, ввертывая их в пружинодержатель или вывертывая. Практически это достигается вращением самих пружин. Одна из шпилек и пружинодержатель имеют правую резьбу М16, а другая шпилька и пружинодержатель — левую того же размера. Поэтому если после ослабления контргаек повернуть пружину с пружинодержателями в одну сторону, то пружинодержатели будут наворачиваться на шпильки, увеличивая натяжение пружины. Поворот пружины в противоположном направлении приведет к уменьшению натяжения пружин. Для фиксации пружин в отрегулированном положении необходимо завернуть контргайки шпилек.

Для лучшего токосъема нажатие ползцов на контактный провод при различной высоте его подвески должно оставаться постоянным. Однако в действительности при скольжении токоприемника по снижающемуся контактному проводу сила нажатия больше, чем при скольжении по поднимающемуся контактному проводу.

При неподвижной раме токоприемника сила нажатия определяется как разность между приведенной к ползцу токоприемника силой действия подъемных пружин и весом подвижных частей. Движение рамы вниз (при снижающемся контактном проводе) сопровождается появлением сил трения в шарнирах и подшипниках, а также сил инерции подвижных частей токоприемника.

Эти силы действуют против направления перемещения рам, т. е. вверх, увеличивая нажатие ползцов на контактный провод. При подъеме рамы эти силы действуют против силы, создаваемой подъемными пружинами, уменьшая нажатие.

Чтобы уменьшить отклонение сил нажатия на контактный провод, снижают силы трения в шарнирах, используя шариковые и игольчатые подшипники, и снижают массу подвижных частей токоприемника, выполняя ее из тонкостенных труб, обладающих достаточной прочностью при наименьшей массе, и используя работу каретки, обладающей значительно меньшей массой по сравнению с рамами токоприемника. Таким образом, при **небольшой**, но рез-

ких изменениях высоты контактного провода, особенно при высоких скоростях движения, рама токоприемника не успевает среагировать, но полозья не отрываются от провода за счет подъема или опускания механизма каретки.

Большие изменения высоты контактного провода, например при подходе к станциям, где провод подвешивают выше, делают плавными, причем при скоростном движении расстояние изменения высоты подвески увеличивают. В этом случае рамы токоприемника успевают изменить свое положение. Нажатие полозьев на контактный провод в статическом состоянии определяют динамометром при поднятом токоприемнике и перемещении рам вниз и вверх.

Зависимости силы нажатия от высоты токоприемника (рис. 119) называют его статическими характеристиками. Разница в силах между кривыми, изображенными на рис. 119, при опускании и подъеме характеризует удвоенные силы трения в подшипниках и шарнирах подвижных частей токоприемника.

Особенности конструкции токоприемника П-3. На электровазах ВЛ8 и ВЛ23 установлены токоприемники П-3, которые отличаются от П-5 в основном устройством подъемного механизма, каретки, а также шарниров и креплением конических труб нижней рамы. При подъеме токоприемника сжатый воздух поступает в цилиндр 2 (рис. 120). Поршень через шток 1 воздействует на рычаг 7 и поворачивает его против часовой стрелки, сжимая опускающую пружину 6 и отводя толкатель 3 от кронштейна 4, приваренного к валу 5 нижней рамы токоприемника. Под действием подъемных пружин (аналогичных с токоприемником П-5) вал 5 поворачивается против часовой стрелки и рамы поднимаются. Для опускания токоприемника выпускают воздух из цилиндра 2, рычаг 7 под действием пружины 6 поворачивается по часовой стрелке, толкатель 3 нажимает на кронштейн 4, поворачивая вал 5 и опуская

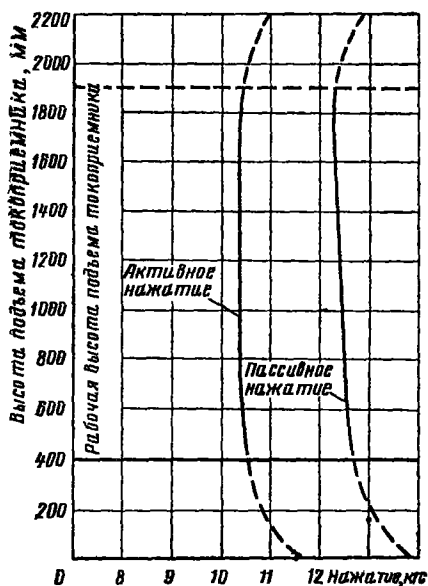


Рис. 119. Статические характеристики токоприемника П-5

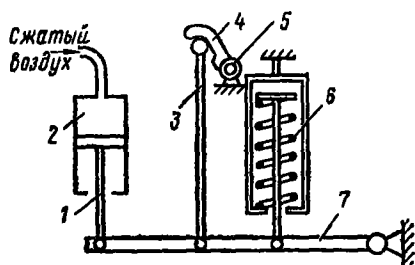


Рис. 120. Схема механизма подъема токоприемника П-3

рамы. Пружина 6 работает на сжатие для исключения самопроизвольного подъема токоприемника при ее изломе, так как сломанные части продолжают работать.

Конические трубы нижней рамы токоприемника П-3 приварены к валу. На токоприемниках позднего выпуска (типа П-3А) этот узел сделан съемным, как у токоприемника П-5. Шарниры рам выполнены на валиках и втулках, вследствие чего силы трения в них больше, чем у токоприемника П-5.

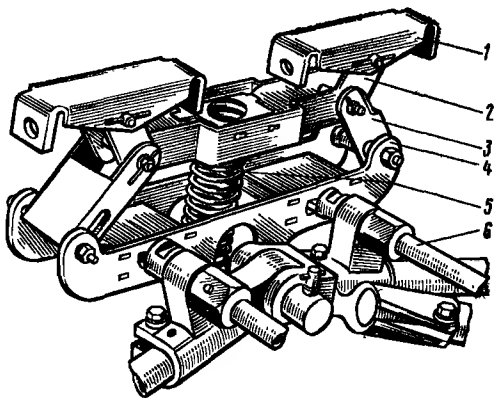


Рис. 121. Каретка токоприемника П-3

Каретка токоприемника (рис. 121) основанием 4 соединена с поперечными трубами 6, укрепленными на верхних рамах. Через серьги 3 с основанием связана планка 2, распределяющая равномерно нажатие между обоими ползками. На ней шарнирно укреплены кронштейны 1 ползцов. Между основанием 4 и планкой 2 установлена пружина 5, отжимающая ползцы вверх. Отверстия в основании 4 под поперечные трубы 6 овальные, так как при изменении высоты рамы расстояние между обоими трубами изменяется. В серьгах 3 нижние отверстия также сделаны овальными для того, чтобы могло изменяться расстояние между планкой 2 и основанием 4 при прогибе пружины 5.

При подъеме токоприемника и упоре ползцов в контактный провод пружина 5 сжимается (примерно на 25 мм), а при резком повышении контактного провода ползцы с кронштейнами 1 и планкой 2 поднимаются под действием пружины 5, обеспечивая надежный контакт и токосъем с контактного провода.

Особенности конструкции токоприемников 10РР2 и 17РР2. На электровозах ЧС2 установлены токоприемники 10РР2, а на электровозах ЧС2^т — токоприемники 17РР2, которые аналогичны токоприемникам 10РР2.

Токоприемник 10РР2 имеет одну подъемную пружину 1 (рис. 122), расположенную в средней части основания над воздушным цилиндром 12. Опускающая пружина 13 находится внутри цилиндра. Нижняя рама 11 состоит из тонкостенных конических труб. Она соединена с верхней рамой 9 шарнирами 10, имеющими шариковые подшипники. Такие же подшипники установлены и в шарнире 5 обеих верхних рам. Токоприемник имеет один ползок 6, сделанный из стальных полос, на которых укрепляют сменные металлокерамические или медные пластины.

Каретка 4 для вертикального перемещения ползца при сжатии пружины имеет кулису 8, в прорезь которой входит камень 7, соединенный с тягами 3.

Технические данные токоприемников. Характеристики токоприемников, применяемых на электровозах постоянного тока, приведены в табл. 6.

Смазка токоприемников. Для обеспечения надежной работы все трущиеся части токоприемника должны быть смазаны. Все подшипники и шарнирные узлы смазывают консистентной смазкой ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 5267—59). Нормальную работу пневматического привода поддерживают заливкой в цилиндр через специально предусмотренное смазочное отверстие не реже одного раза в месяц 2—5 см³ приборного масла МВП (ГОСТ 1805—51).

Таблица 6

Показатели	Характеристики токоприемника			
	П-5	П-3	10РР2	17РР2
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000	3000
Длительный ток, А	1800	1500	2000	2000
Наибольшая допустимая скорость, км/ч	150	150	160	160
Диапазон рабочей высоты, мм	400—1900	400—1900	650—1600	560—1900
Статическое нажатие на контактный провод в диапазоне рабочей высоты, кгс: активное (при подъеме) не менее	10	8	8	8
пассивное (при опускании) не более	13	12	12	12
Разница между наибольшим и наименьшим нажатиями при одностороннем движении токоприемника в диапазоне рабочей высоты, кгс, не более	1,5	1,5	—	—
Наибольшая разница нажатия при опускании и подъеме на одинаковой высоте (двойная величина сил трения в шарнирах, приведенная к полозу), кгс, не более	2,5	3	—	—
Номинальное давление сжатого воздуха, кгс/см ²	5	5	5	5
Наименьшее давление сжатого воздуха, кгс/см ²	3,75	3,75	3,75	3,75
Время подъема токоприемника от сложенного положения до наибольшей рабочей высоты, с	7—10	4—7	—	—
Время опускания от наибольшей рабочей высоты до сложенного положения, с	3,5—6	4—7	—	—
Масса, кг	269	320	320	307

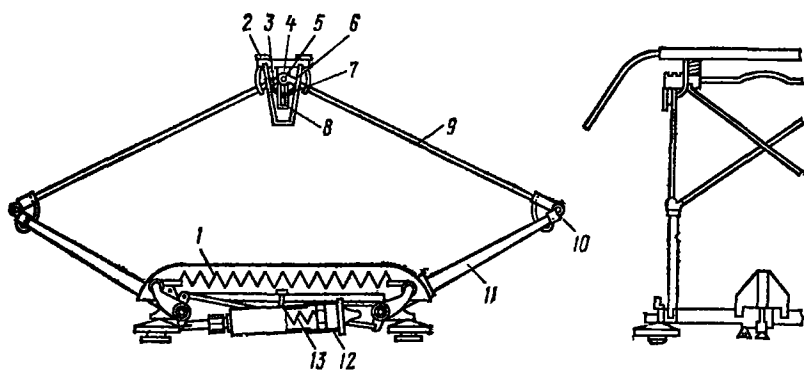


Рис. 122. Токоприемник 10PR2

Полосы токоприемников также должны иметь надежную смазку. С этой целью применяют графитовые смазки или самосмазывающиеся контактные угольные вставки.

Для металлокерамических или медных контактных пластин применяют сухую графитовую смазку СГС-0, состоящую из 65 весовых частей графита и 35 весовых частей кумароновой смолы. Графит является хорошим смазывающим и удовлетворительным токопроводящим веществом, а кумароновая смола — связующим веществом. Эту смазку наносят на полз в горячем состоянии при температуре 150—170° С. Если в эксплуатации обнаружены трещины и отколы сухой графитовой смазки, то на поврежденные места накладывают жидкую графитовую смазку, состоящую из 25 весовых частей графита и 12 частей кумароновой смолы, растворенных в 63 весовых частях сольвентнафты. После высыхания эта смазка становится сухой и работает так же, как и смазка, нанесенная на полз при высокой температуре.

§ 34. Групповые переключатели

Общие сведения. Групповой переключатель — это аппарат, состоящий из нескольких контакторных элементов, размыкающих и замыкающих различные участки силовых цепей тяговых двигателей, но имеющих один общий привод. На отечественных электровозах постоянного тока групповые переключатели применяют для переключения тяговых двигателей с одного соединения на другое, где требуется соблюдение строгой последовательности замыкания и размыкания цепей.

На электровозах ВЛ10 и ВЛ8 установлено по три групповых переключателя: по одному общему — ПКГ-4, обозначенному на схемах КСПО, предназначенному для переключения тяговых двигателей с последовательного на последовательно-параллельное соединение, и по два переключателя ПКГ-6, обозначенных в схемах

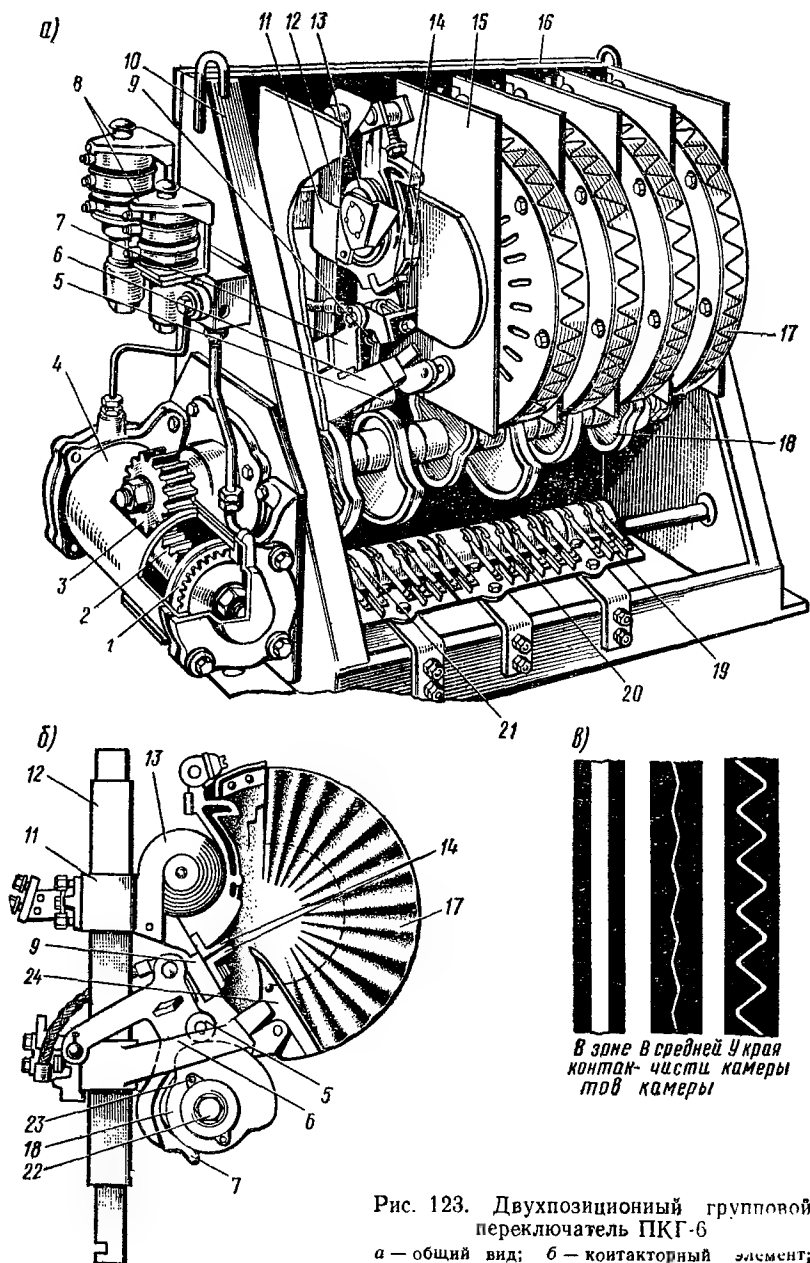


Рис. 123. Двухпозиционный групповой переключатель ПКГ-6

а — общий вид; б — контактный элемент; в — лабиринтная щель

КСП I и *КСП II*, переключающих тяговые двигатели с последовательно-параллельного на параллельное соединение. Эти переключатели имеют по два положения (двухпозиционные) и одинаковы по конструкции, differing только количеством контактных элементов.

На электровозах ВЛ23 применяют трехпозиционные групповые переключатели: одно из положений соответствует последовательному соединению тяговых двигателей, второе — последовательно-параллельному и третье — параллельному.

Групповой переключатель ПКГ-6. Он имеет шесть контакторных элементов, отгороженных один от другого асбестоцементными перегородками 15 (рис. 123, а), электропневматический привод с кулачковым валом и блокировочное устройство. Каркас сварен из двух боковин 10 и трех уголков: одного верхнего 16 и двух нижних.

Каждый *контакторный элемент* собирают на изолированном стержне 12, который укрепляют к уголкам каркаса. В верхней части стержня укреплен кронштейн 11 неподвижного контакта с дугогасительной катушкой 13 и контактом 14. В нижней части стержня находится кронштейн 6 подвижного контакта с опорой дугогасительной камеры и контактным рычагом 7. В верхней части контактного рычага шарнирно укреплен держатель подвижного контакта с притирающей пружиной 9 и контактом 14. Такая конструкция обеспечивает включение контактов 14 с притиранием (см. рис. 111). В средней части рычага имеет ролик 5 (см. рис. 123, а, б) с шариковыми подшипниками, который при работе привода катится по наружной поверхности кулачковой шайбы 18. Нижняя часть рычага имеет удлиненный хвостовик. Кулачковая шайба имеет поверхности малого и большого радиусов с плавными переходами от одной из них к другой. При повороте шайбы и перекачивании ролика с малого на большой радиус шайбы происходит поворот контактного рычага против часовой стрелки и подъем держателя подвижного контакта.

Когда контакты соприкоснутся, начнется поворот держателя, сжатие притирающей пружины и притирание контактов, через которые замыкается силовая цепь. Если кулачковую шайбу вращать в обратную сторону, то ролик сойдет с выступающей части, а контактный рычаг опустится под действием притирающей пружины и собственного веса, размыкая цепь. В случае заедания контактного рычага в верхнем положении он отключается прииудительно. С этой целью около кулачков сделаны выступы 23, которые при вращении кулачкового вала задевают хвостовик рычага 7 и опускают его.

Электрическая дуга, возникающая между контактами за счет магнитного дутья, перемещается вправо в дугогасительную камеру 17 лабиринтно-щелевого типа.

Два полюса дугогасительной системы контактора группового переключателя укреплены на сердечнике дугогасительной катушки так, что могут поворачиваться в вертикальной плоскости. Камера выполнена из двух штампованных из дугостойкой пресс-

массы боковин, имеющих с одной стороны расходящиеся лучами впадины и выступы. Сложенные вместе боковины образуют сужающуюся лабиринтную щель (рис. 123, *а*). В нижней части камеры находится нижний дугогасительный рог 24 (см. рис. 123, *б*), которым при установке камеры она опирается на кронштейн 6. Верхним дугогасительным рогом является продолжение кронштейна 11.

При установке камеры на контакторный элемент ее вставляют между полюсами дугогасительной системы, опирая дугогасительным рогом на кронштейн 6, поворачивают с тем, чтобы притянуть верхнюю часть камеры к верхнему дугогасительному рогу и закрепляют ее болтом.

Возникающая между контактами дуга переходит на дугогасительные рога, входит в узкую щель, удлиняется за счет лабиринта, охлаждается о стенки и гаснет.

Привод переключателя имеет кулачковые шайбы 18, насаженные на стальной шестигранный вал 22, вращающийся в шариковых подшипниках, установленных в боковинах каркаса. На валу сидит шестерня 3 (см. рис. 123, *а*), которая находится в зацеплении с зубчатой рейкой 2. По концам рейки укреплены два поршня 1, находящиеся в цилиндре 4.

При подаче сжатого воздуха в одну полость цилиндра 4 поршень с рейкой перемещается, а кулачковый вал поворачивается в одно из крайних положений. Выпуск сжатого воздуха из этой полости и наполнение им второй полости приводят к повороту кулачкового вала во второе крайнее положение. Воздух в каждую полость цилиндра поступает через электромагнитные вентили 8. Один из них, включающего типа, подает воздух в соответствующую полость цилиндра при включении катушки и выпускает воздух в атмосферу при отключении ее. Второй вентиль, выключающего типа, подает воздух в полость цилиндра при отключении катушки и выпускает воздух в атмосферу при включении. Таким образом, если катушки обоих вентилях не подключены под напряжение цепи управления, то сжатый воздух заполняет ту полость цилиндра, которая соединена с вентилем выключающего типа, и контакторные элементы включают тяговые двигатели последовательно-параллельно. При включении катушек обоих вентилях сжатый воздух поступает во вторую полость через вентиль включающего типа и переключает контакторные элементы в положение параллельного соединения тяговых двигателей.

С переключением группового переключателя необходимо изменять схему цепей управления другими аппаратами. Для этого установлено блокировочное устройство, состоящее из блокировочного барабана 21, связанного с кулачковым валом через зубчатую передачу. На поверхности бакелитового барабана 21 укреплены медные и фибровые сегменты, которых касаются блокировочные пальцы 20, укрепленные на пальцедержателе 19. Если два пальца касаются медного сегмента, — их электрическая цепь замкнута, а если они касаются фибрового сегмента, — цепь разомкнута.

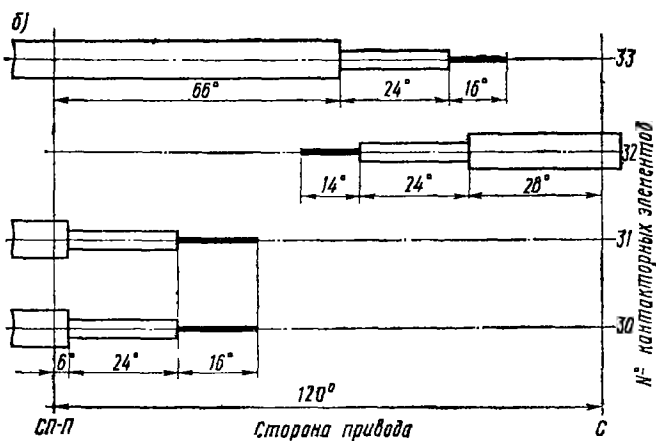
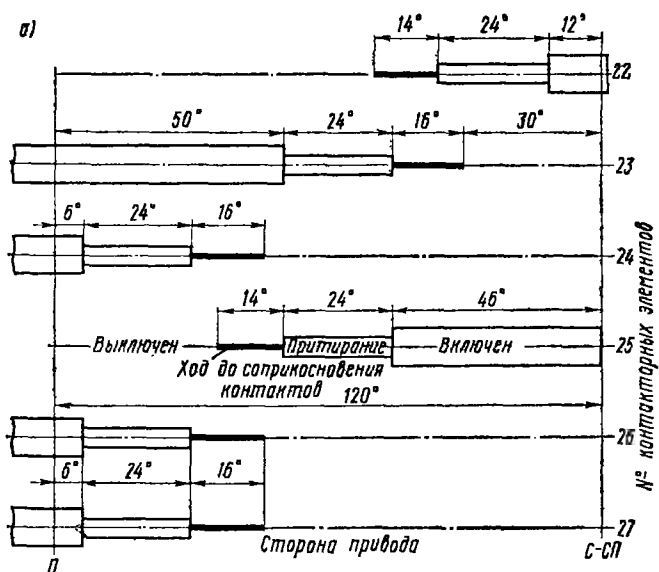


Рис. 124. Диаграммы замыкания и размыкания контакторных элементов групповых переключателей ПКГ-6 (а) и ПКГ-4 (б)

Момент включения и выключения контакторных элементов определяется формой кулачковых шайб и их положением на кулачковом валу. Порядок работы контакторных элементов в зависимости от угла поворота кулачкового вала изображают графически на *диаграммах замыкания и размыкания* контакторных элементов (рис. 124). Левая и правая вертикальные линии соответствуют двум положениям кулачкового вала. Между ними вал поворачивается на 120° . При повороте кулачкового вала перед включением контакторного элемента подвижной контакт некоторое время движется к неподвижному, а после их касания происходит притирание и затем полное включение.

Разомкнутое положение контактов на диаграмме линиями не отмечают. Угол поворота кулачкового вала, при котором подвижной контакт движется к неподвижному, изображают жирной линией (см. контакторный элемент 25 на рис. 124, а) с указанием угла в градусах: угол поворота, при котором происходит притирание — узкой полосой, включенное положение — широкой полосой. Имея такую диаграмму, легко проверить правильность развертки кулачкового вала и последовательность работы контакторных элементов.

Групповой переключатель ПКГ-13. Он имеет 13 контакторных элементов, одинаковых по конструкции с рассмотренными.

Три положения кулачкового вала привод обеспечивает за счет использования ступенчатого цилиндра (рис. 125) с тремя поршнями. В части цилиндра 6 меньшего диаметра находятся два поршня 8 и 5, соединенные зубчатой рейкой 7, сцепленной с шестерней кулачкового вала. В части цилиндра большего диаметра находится свободный поршень 4. Сжатый воздух в полости цилиндров подается через вентиль 1 выключающего типа и вентили 2 и 3 включающего типа.

При невозбужденных катушках всех трех вентилях воздух проходит через вентиль 1 в левую полость цилиндра и смещает поршни в крайнее правое положение, соответствующее первому положению кулачкового вала. Для поворота кулачкового вала во второе положение подают напряжение на катушки вентиля 1 и 3. Воздух из левой полости выходит, а в правую полость (большого диаметра) входит и перемещает поршень 4 до упора и поршни 5 и 8 вместе с зубчатой рейкой 7 и кулачковым валом — в среднее положение. Это — второе положение кулачкового вала, соответствующее последовательно-параллельному соединению тяговых двигателей. Чтобы поршни не прошли по инерции дальше среднего положения, цепь катушки вентиля 1 прерывается и воздух поступает в левую полость цилиндра, препятст-

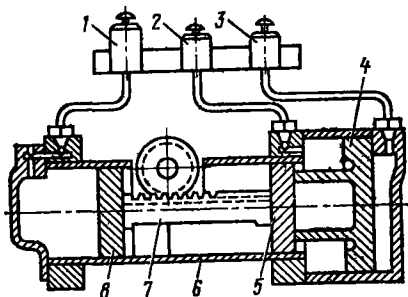


Рис. 125. Схема электропневматического привода группового переключателя ПКГ-13

вую смещению поршней с зубчатой рейкой влево от поршня большого диаметра.

Для поворота кулачкового вала в третье положение напряжение подается на вентили 1 и 2. При этом воздух из левой полости цилиндра выходит, а поступает в среднюю полость, перемещая оба поршня малого диаметра вместе с рейкой в крайнее левое положение и поворачивая вал в положение параллельного соединения тяговых двигателей. Катушка вентиля 3 также получает питание и правая полость цилиндра заполняется воздухом, подготавливая аппарат для обратного перехода с параллельного на последовательно-параллельное соединение. Для такого перехода снимают напряжение с катушек вентиля 1 и 2, выпуская воздух из средней полости и впуская в левую полость. Поршни 5 и 8 с рейкой сместятся в среднее положение до упора в поршень 4. Если теперь снять напряжение с катушки вентиля 3, поршни 8 и 5 под действием давления воздуха в левой полости переместятся в крайнее правое положение, соответствующее последовательному соединению тяговых двигателей, сдвинув поршень 4.

Технические данные групповых переключателей. Основные характеристики этих аппаратов следующие.

	ПКГ-6, ПКГ-4, ПКГ-13
Номинальное напряжение, В	3000
Длительный ток контакторного элемента, А . . .	500
Разрыв контактов, мм	24—27
Провал контактов, мм	10—12
Нажатие контактов, кгс	14—18
Номинальное напряжение цепи управления, В . . .	50
Номинальный ток блокировочных пальцев, А . . .	5
Нажатие блокировочных пальцев, кгс	1—2,5

§ 35. Главные переключатели

Переключатели 17КН, 18КН и 5КС. Пассажирские электровозы ЧС2 имеют групповой привод управления тяговыми двигателями. Включение и выключение двигателей, выключение секций пусковых резисторов и переключение тяговых двигателей с одного соединения на другое выполняет главный переключатель (или главный контроллер). Поэтому он имеет 48 позиций. На первых электровозах ЧС2 применяли главный переключатель 17КН, на последующих — 18КН (рис. 126). Каждый переключатель состоит из рамы, на которой укреплены контакторные элементы 4, электропневматический привод с редуктором, кулачковый вал 11 и блокировочное устройство 12.

Две стальные боковины 1, соединенные тремя продольными балками 8 и четырьмя стальными стержнями, покрытыми изоляционной бакелитовой бумагой, образуют раму переключателя. Контактные элементы 4 установлены в два ряда и укреплены на изоляционных стержнях рамы по обеим сторонам от кулачкового вала 11.

Каждый контакторный элемент (рис. 127) имеет держатель 13 неподвижного контакта, укрепляемый болтами на двух изолированных стержнях рамы. К этим же стержням крепят дугогасительную катушку 12 с сердечником 7. К держателю крепят винтами 11 контакты 10, а также нижний дугогасительный рог 14. К двум другим изолированным стержням прикреплен держатель подвижного контакта 5, на котором шарнирно через валек 1 установлен рычаг 6. На этом рычаге укреплены винтами 8 подвижные контакты 9. На втором плече держателя имеется рычаг управления 16 с роликом 15, опирающимся на кулачковую шайбу 17 под действием включающей пружины 3.

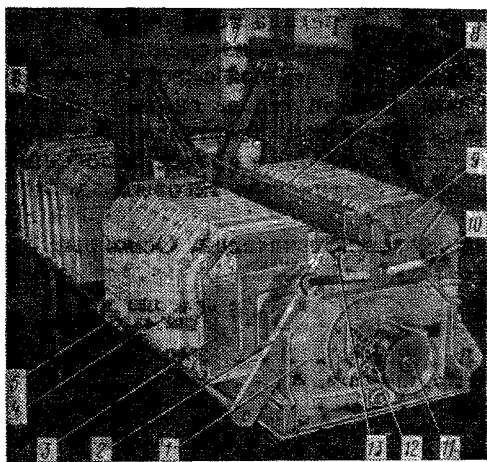


Рис. 126. Главный переключатель 18KH

Если ролик 15 находится на выступающей части кулачковой шайбы 17, то держатель с рычагом управления 16 повернут против часовой стрелки, пружина 3 сжата, контакты 9 и 10 разомкнуты. Как только под ролик подойдет впадина кулачковой шайбы, держатель под действием пружины 3 повернется по часовой стрелке и контакты с притиранием замкнутся. Держатель несет на себе также верхний дугогасительный рог 4. Ток к подвижной системе подводят через гибкий шунт 2, а к неподвижному контакту — через дугогасительную катушку, ее сердечник, стальные полюсы и держатель.

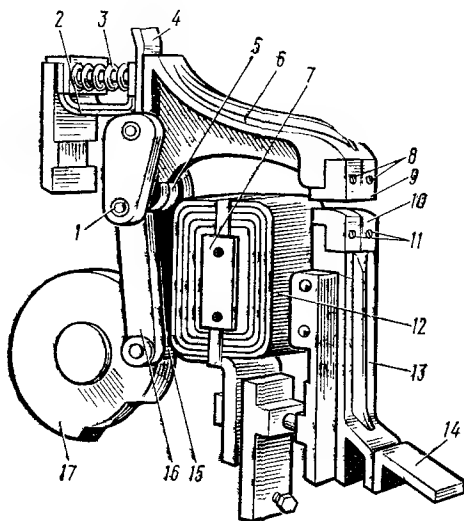


Рис. 127. Контактный элемент главного переключателя

Образующаяся при разрыве контактов электрическая дуга выдувается в дугогасительную камеру и гасится. Камеры изготовлены из асбестоцемента и керамических материалов, устойчивых против действия дуги.

На контакторные элементы, разрывающие цепи тяговых двигателей, ставят дугогасительные камеры с дугогасительными решетками 3 (см. рис. 126). Контактные

элементы, замыкающие и размыкающие отдельные секции пусковых резисторов, имеют дугогасительные камеры 9 без решеток. Все дугогасительные камеры собраны на четырех рамах 2. Каждую из них можно поднять для осмотра контакторных элементов, повернув вверх по оси 13. Для облегчения подъема тяжелой рамы служат пружины 6, укрепленные на кронштейнах 7. В верхнем положении рамы фиксируют защелками 10, а в опущенном рабочем положении закрепляют барашками 5.

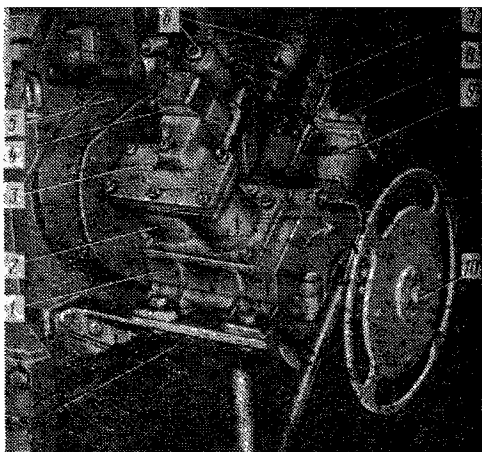


Рис. 128. Пневматический привод

Электропневматический привод служит для приведения в движение и фиксации на позициях кулачкового вала. В картере 1 (рис. 128) в шариковых подшипниках вращается коленчатый вал 10, связанный с поршнями, находящимися в четырех (двух смежных) цилиндрах 2 и 9, расположенных под углом 90° один к другому. Сжатый воздух в цилиндры поступает через распределители 4 и 7 и крышки 3 и 8 при воздействии на катушки вентиля 6. Вращение коленчатого вала через зубчатую передачу, находящуюся в кожухе 5, передается на кулачковый вал. В цилиндрах 1—4 (рис. 129) находятся поршни 5, связанные через шатуны 6 с коленами вала 7. Коленчатый вал имеет четыре фиксированных положения или четыре позиции за один оборот. Для получения 48 позиций коленчатый вал должен сделать 12 оборотов. Чтобы при этом кулачковый вал сделал один оборот, передаточное отношение редуктора должно быть 1:12. При невозбужденной катушке вентиля 9 цилиндр 1 (или 2) соединен с атмосферой, а в цилиндр 3 (или 4) входит сжатый воздух, смещая поршни в нижнее положение. Подача напряжения на катушки вентиля вызывает соединение цилиндра 1 (или 2) с источником сжатого воздуха, а цилиндра 3 (или 4) — с атмосферой.

Положение поршней в цилиндрах на рис. 129 условно обозначено точками с указанием номера цилиндра у соответствующего шатуна. Если возбужден только левый ventиль, то сжатый воздух через открытые седла клапанов 8 вентиля 9 войдет в цилиндры 1 и 4. Цилиндры 2 и 3 будут соединены с атмосферой. Поршни цилиндров 1 и 4 будут в нижнем положении, поршни цилиндров 2 и 3 в верхнем (положение 1), что приведет к горизонтальному положению колен коленчатого вала, так как только в этом положении силы, действующие на коленчатый вал, уравниваются. При возбуждении еще и правого вентиля воздух из цилиндра 4 выйдет

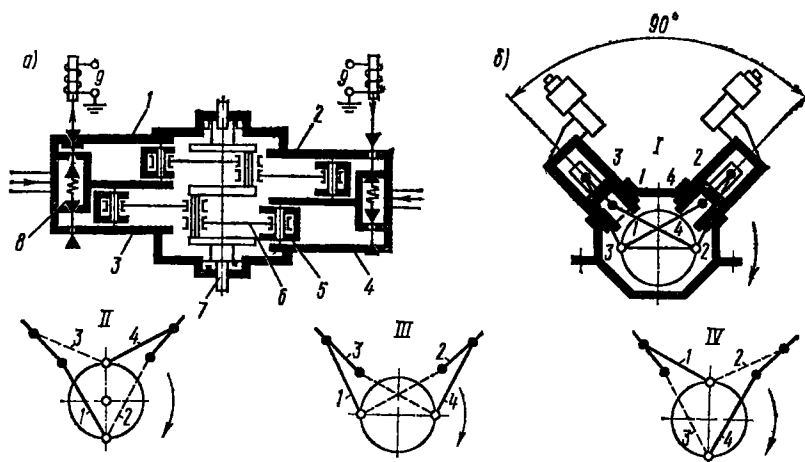


Рис. 129. Схемы устройства (а) и работы (б) пневматического привода

в атмосферу, а в цилиндр 2 поступит сжатый воздух. Под действием сжатого воздуха поршни цилиндров 1 и 2, а вместе с ними и колено коленчатого вала опустятся вниз, повернув вал на 90° (положение II). При снятии напряжения с катушки левого вентиля сжатый воздух войдет в цилиндр 3, а цилиндр 1 будет соединен с атмосферой. Под действием сил от поршней цилиндров 2 и 3 коленчатый вал повернется еще на 90° до горизонтального положения колен (положение III). Если теперь будет снято питание с катушки правого вентиля, воздух войдет в цилиндр 4, а цилиндр 2 соединится с атмосферой. Силы от поршней цилиндров 3 и 4 приведут к повороту коленчатого вала еще на 90° (положение IV). Последующая поочередная работа вентиля в указанной последовательности приведет к дальнейшим поворотам коленчатого вала на 90° . Каждый поворот коленчатого вала на 90° вызывает поворот кулачкового вала на $7,5^\circ$. В том случае когда катушки вентиля возбуждают в обратном порядке, коленчатый вал, а следовательно, и кулачковый вал будут вращаться в обратную сторону.

Конструктивно кулачковый вал состоит из стальной трубы, которая вращается в шариковых подшипниках, установленных в боковинах рамы. На трубе укрепляют разъемные бакелитовые кулачковые шайбы — по одной на контакторный элемент. Со стороны привода на конец вала насажена шестерня редуктора, на противоположном конце — бакелитовые шайбы для управления блокировочными контактами и диск с делениями, соответствующими позициям переключателя. Этот конец вала имеет квадратную форму под ручку для поворота вала вручную при проверке развертки шайб.

Контакторные элементы главных переключателей 17КН и 18КН рассчитаны на ток 550 А и создают нажатие на контакты 6—7 кгс. Разрыв контактов составляет 14 мм, провал — 2 мм. Блокировоч-

ные контакты могут пропускать ток до 6 А. Масса переключателей — 1480 кг.

Главные переключатели 17КН имеют 39 контактных элементов, из которых 11 снабжены камерами с деионными решетками; 18КН — имеют 32 контактных элемента, из которых 9 с дугогасительными камерами, снабженными деионными решетками.

На электровозах ЧС2 ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей включают групповым переключателем 5КС, аналогичным по конструкции с главным переключателем. Он имеет шесть положений: полного возбуждения и пять ступеней ослабления.

Главный переключатель 1КНД1. Его контактные элементы переключают цепи тяговых двигателей в режиме тяги с последовательного на последовательно-параллельное и параллельное соединения и собирают цепи реостатного торможения на электровозе ЧС2^т. На раме, состоящей из трех боковин 1, 14 и 15 (рис. 130) и трех изолированных труб 3, укреплены 10 контактных элементов 9 с дугогашением и 24 элемента 11 без дугогашения, которыми управляет электропневматический привод 5 через кулачковый вал 17. Контактные элементы с дугогашением ана-

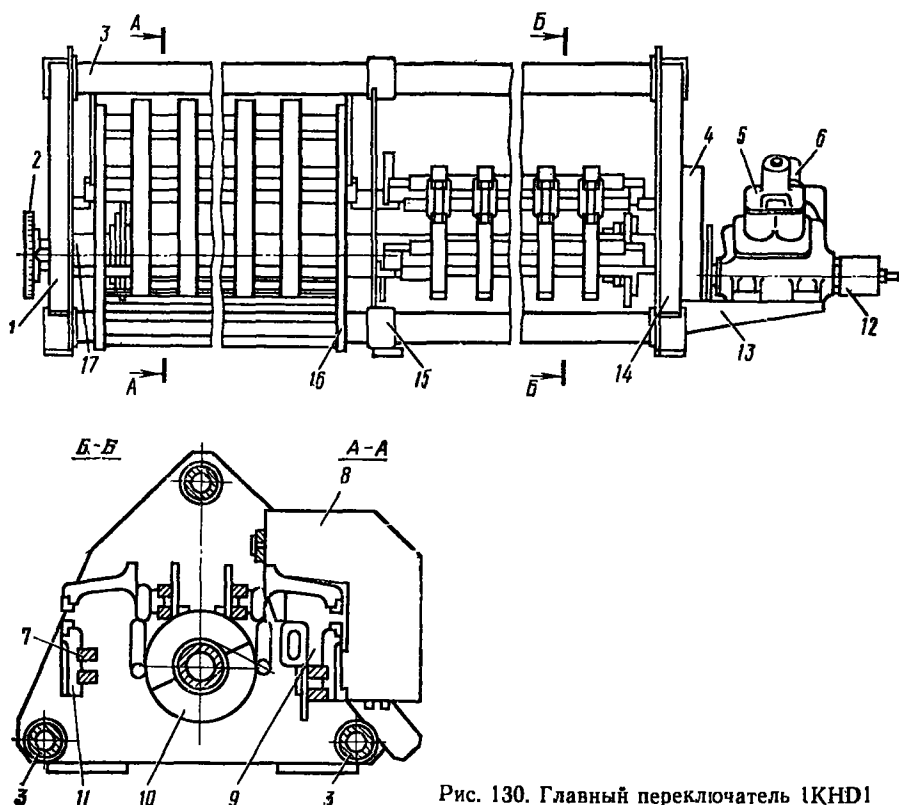


Рис. 130. Главный переключатель 1КНД1

логичны по конструкции с элементами переключателя 18КН с дугогасительными камерами без дугогасительных решеток. Они установлены на продольных изолированных стержнях 7 и переключают тяговые двигатели с одного соединения на другое. Дугогасительные камеры 8 собраны на раме 16, которая в рабочем положении запирается фиксатором. Контактные элементы без дугогашения служат для переключения тяговых двигателей из режима тяги в режим торможения и наоборот, которые выполняются при отключенных электрических цепях. Эти контактные элементы отличаются отсутствием дугогасительной камеры, катушки и полюсов дугогасительной системы.

Пневматический привод 5, также одинаковый с главным переключателем 18КН, установлен на кронштейне 13 и соединен с валом 17, на котором укреплены кулачки 10, через редуктор 4 с передаточным отношением 1:9. Сжатый воздух поступает в цилиндры через вентили 6. На конце коленчатого вала находится блокировочное устройство 12. Кулачковый вал связан с другим блокировочным устройством. На конце вала 17 нанесена шкала 2 угла поворота.

§ 36. Реверсоры и тормозные переключатели

Общие сведения. Не каждый аппарат электровоза, включенный в электрическую цепь, должен разрывать ток. Часть аппаратов рассчитана на переключения в цепях без разрыва тока, т. е. в то время, когда по данной цепи ток не проходит. Такие переключения в силовых цепях электровозов выполняют реверсоры и тормозные переключатели.

Реверсором называют аппарат, переключающий обмотки возбуждения или якорей тяговых двигателей для изменения направления движения электровоза.

Тормозные переключатели устанавливают на электровозах с электрическим торможением для изменения электрических цепей при переходе с тягового режима на тормозной и обратно.

На электровозах ВЛ10 и ВЛ8 установлены кулачковые переключатели с групповым приводом. В качестве реверсора используют по два переключателя типов: на ВЛ10 — РК-022Т, на ВЛ8 — РК-8; в качестве тормозных переключателей — соответственно по два переключателя ТК-8Б и ТК-8.

Реверсоры от тормозных переключателей отличаются числом кулачковых элементов и блокировочных пальцев. В остальном все эти переключатели имеют одинаковое устройство с незначительными принципиальными отличиями.

Тормозные переключатели имеют по десять кулачковых элементов, а реверсоры — по четыре или шесть. Каждая пара элементов реверсора переключает обмотки двух последовательно соединенных тяговых двигателей.

На большинстве электровозов реверсором переключают обмотки возбуждения в связи с тем, что между соседними контактами

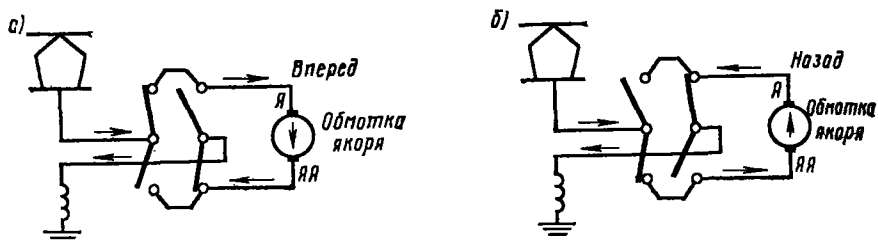


Рис. 131. Схемы включения контактов реверсора при изменении тока в обмотке якоря

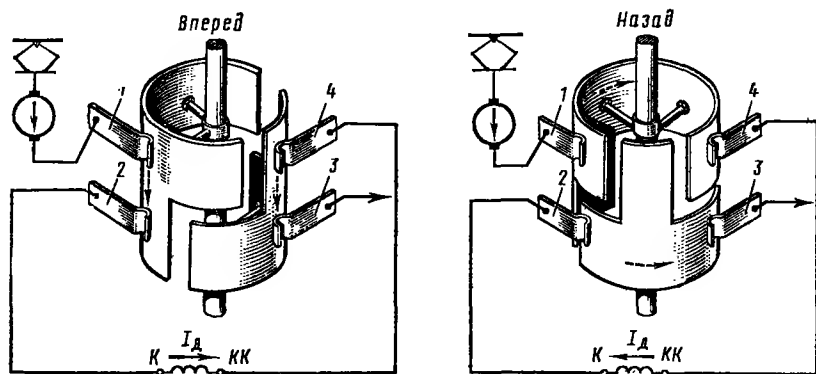


Рис. 132. Схемы реверсирования обмотки возбуждения тягового двигателя реверсором барабанного типа

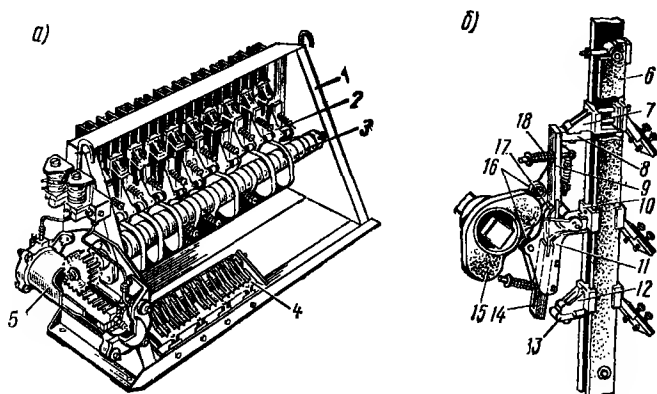


Рис. 133. Кулачковый переключатель ТК-8.
а — общий вид переключателя, б — кулачковый элемент

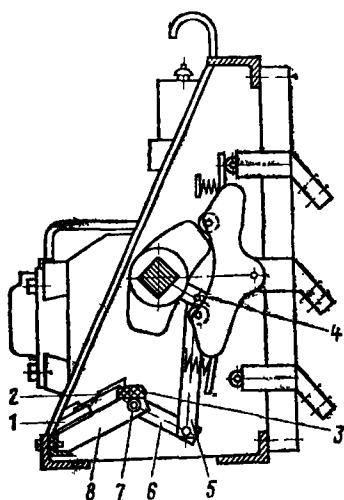


Рис. 134. Привод блокировочного устройства

реверсора получается сравнительно небольшое напряжение, определяемое падением напряжения в обмотке. На электровозах ВЛ10 и ВЛ8 с № 700 для упрощения электрической схемы переключают обмотки якорей. При этом напряжение между соседними контактами реверсора может достигать 3000 В. Различное положение контактов обеспечивает изменение тока в обмотке, показанное стрелками при движении электровоза *Вперед* (рис. 131, а) и *Назад* (рис. 131, б).

На электровозах ВЛ23, и ЧС2 и ЧС2^т применены реверсоры барабанного типа, у которых силовые пальцы касаются сегментов на барабане. На рис. 132 схематично показано изменение тока в обмотке возбуждения тягового двигателя в зависимости от положения барабана реверсора *Вперед* или *Назад*.

Тормозной переключатель ТК-8. Он имеет каркас 1 (рис. 133, а), состоящий из двух боковин и трех уголков. На нем установлены кулачковые элементы 2, кулачковый вал 3, привод 5 и блокировочное устройство 4. Кулачковый элемент собран на двух текстолитовых планках 6 (рис. 133, б), соединенных внизу и вверху распорками. На планки крепят кронштейны 7 и 12 с неподвижными контактами 8 и 13, а в средней части — кронштейн 10 подвижных контактов. На нем шарнирно установлено коромысло 11 с верхним 9 и нижним 14 подвижными контактами.

На коромысле 11 находятся два ролика (шариковых подшипника) 16, которые перекатываются на поверхности кулачковых шайб 15. При повороте кулачкового вала кулачок 15 подходит выступающей частью под ролик и поворачивает коромысло 11. Подвижной контакт упирается в неподвижный. Дальнейший поворот коромысла вызывает сжатие пружины 18 и нажатие подвижного контакта на неподвижный. Ток к подвижным контактам подводится от кронштейна по гибким медным шунтам 17, шунтирующим все шарнирные узлы. К неподвижным контактам ток подходит от кронштейнов через медные шины.

Так как переключение силовых цепей происходит при отсутствии тока, дугогасительной системы кулачковые элементы не имеют.

Переключатели имеют два положения. В одном из них выступ кулачковой шайбы нажимает на верхний ролик коромысла, замыкая подвижной контакт с верхним неподвижным, во втором положении подвижной контакт замыкается с нижним неподвижным.

Кулачковый вал состоит из стального стержня квадратного сечения, на который насажены кулачки из прессмассы АГ-4. Он вра-

щается в шариковых подшипниках, установленных в боковинах каркаса, от двухпозиционного электропневматического привода через зубчатую передачу. Этот привод состоит из пневматического цилиндра с двумя поршнями, соединенными между собой зубчатой рейкой, и двух электромагнитных вентилях включающего типа. При подаче напряжения на катушку одного из вентилях сжатый воздух по трубам проходит в соответствующую полость цилиндра и перемещает поршни с рейкой в одно из крайних положений, поворачивая через шестерню кулачковый вал.

Изменения в схеме цепей управления при переключении кулачковых элементов выполняет блокировочное устройство, состоящее из пальцедержателя 1 (рис. 134) с блокировочными пальцами 2 и блокировочного вала 7, установленных на кронштейне 8. На блокировочном валу тормозного переключателя укреплен изоляционная пластина 3 с медными контактными пластинами.

Блокировочный вал 7 при повороте кулачкового вала на 76° поворачивается на 60° . В связи с такими малыми углами поворота валы связаны не зубчатой передачей, как это делают при больших углах поворота, а тягой 5, соединяющей проушину 4, укрепленную на кулачковом валу, и рычаг 6 блокировочного вала. При работе блокировочные контакты размыкаются до размыкания силовых контактов и замыкаются до их замыкания, обеспечивая переключение силовых контактов без тока.

Реверсор ПР-158. Реверсоры ПР-158 устанавливают на электровозах ВЛ23. На вертикальном шестигранном изолированном сталь-

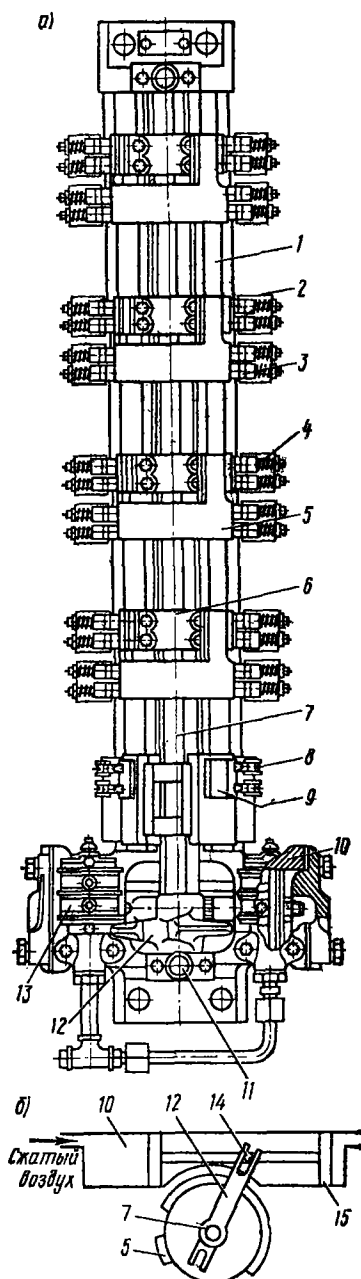


Рис. 135. Реверсор ПР-158Д:
а — общий вид реверсора; б — схема привода

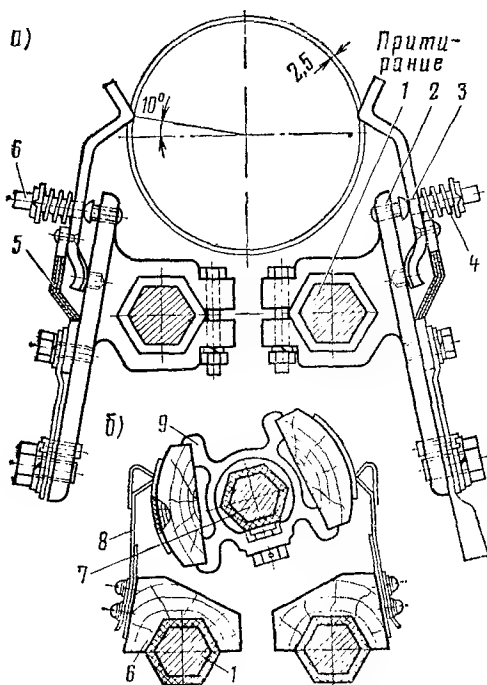


Рис. 136. Пальцы реверсора:
а — силовые; б — цепи управления

ном валу 7 (рис. 135) укреплены сегментодержатели 6 с сегментами 5, по которым при повороте вала скользят медные силовые пальцы 3, закрепленные на пальцедержателе 2. Палец 3 опирается на выступ регулировочного болта и прижимается к сегменту пружиной 4. Провал контактов регулируют поворотом регулировочного болта 6 (рис. 136), а силу нажатия — гайкой, накручиваемой на этот болт и сжимающей пружину 4. Ток к пальцу проходит через гибкий шунт 5. Пальцедержатель 2 укреплен на шестигранной изолированной стойке 1 (см. рис. 135 и 136) болтами. На этой же стойке закреплен пальцедержатель 6 блокировочных пальцев 8 (см. рис. 136). Пальцы касаются медного или изоляционного сегмента, укрепляемых на деревянной

планке сегментодержателя 9 вала 7. Вал поворачивается в верхнем и нижнем подшипниках скольжения, которые смазывают консистентной смазкой, закладываемой в масленки 11 (см. рис. 135, а).

Электропневматический привод на два положения вала включает в себя цилиндр 10, в котором находятся два жестко соединенных между собой штоком поршня 15 (см. рис. 135, б), поводок 12 и два электромагнитных вентиля.

Поводок насажен на вал реверсора. В его прорезь входит сухарь 14, соединенный со штоком поршня. С противоположной стороны поводок имеет вилку для перевода реверсора вручную.

Сжатый воздух в каждую полость цилиндра поступает через один из двух вентилях 13 (см. рис. 135, а) включающего типа. При включении левого вентиля поршни смещаются в крайнее правое положение. Перемещение поршней вызывает поворот вала по часовой стрелке на 30° .

Между силовыми контактами и приводом находится блокировочное устройство, состоящее из сегментов 9 и блокировочных пальцев 8, укрепленных на изолированных колодках.

Реверсор ПР-158 рассчитан на переключение четырех цепей обмоток возбуждения шестиосного электровоза. Одна пара сегментов

переключает обмотки возбуждения тяговых двигателей *I* и *II* (см. рис. 267), постоянно соединенные вместе последовательно одна к другой. Другая пара сегментов переключает также постоянно соединенные последовательно обмотки возбуждения двигателей *V* и *VI*. Обмотки возбуждения тяговых двигателей *III* и *IV* переключаются отдельно, каждая своей парой сегментов.

Реверсор 18МР. На электровозах ЧС2 и ЧС2* применены два реверсора 18МР, имеющие три положения: *Вперед*, *0* и *Назад*. Нулевое положение соответствует отсоединенному положению обмоток тяговых машин от токоприемника или ранее включенных двигателей и от земли, а также обмотки возбуждения от обмотки якоря. Каждый реверсор имеет сварной каркас из двух боковин *1* и *9* (рис. 137), соединенных четырьмя стержнями *4*. На изолированных горизонтальных валах *5* и *12*, вращающихся в шариковых подшипниках, укрепленных в боковинах, находятся литые сегменты с медными контактными накладками *6*. На валах сзади боковины *9* насажены бакелитовые кулачковые шайбы блокировочного механизма, которые воздействуют на блокировочные контакты, включенные в цепи управления электровозом. В нулевом положении барабаны запираются защелками *11*, входящими в вырезы шайб *10*. Валы приводятся во вращение электропневматическим приводом, в состав которого входят электромагнитные вентили, устанавливаемые на специальной панели, воздухохораспределитель *2* и два пневматических цилиндра *3*.

По накладкам *6* сегментов скользят двоянные контактные пальцы *7*, закрепленные на планках *8*. Каждый палец прижимается

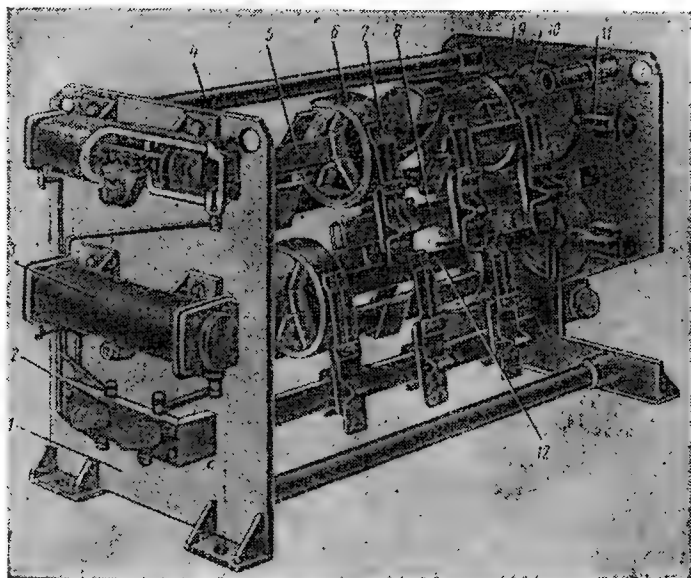


Рис. 137. Реверсор 18МР

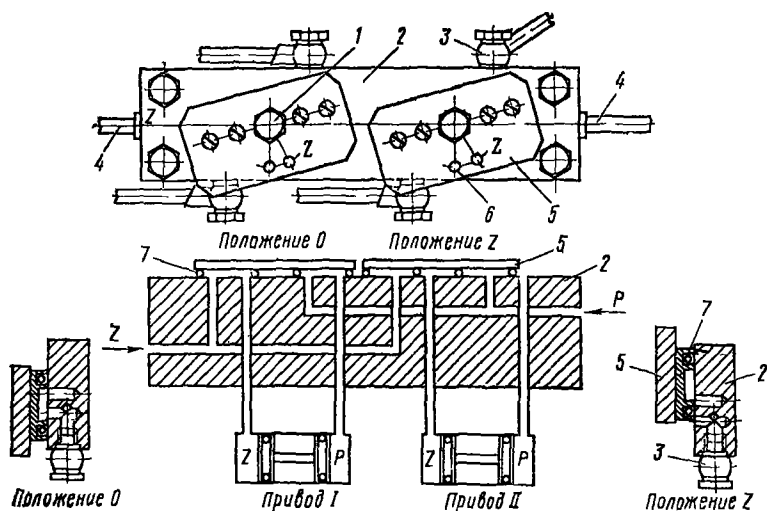


Рис. 138. Воздухораспределитель

к сегментам регулируемой пружиной. Внутри каждого пневматического цилиндра помещены два поршня, жестко соединенные зубчатой рейкой, которая находится в зацеплении с зубчатым сектором.

При подаче сжатого воздуха в одну из полостей цилиндра система поршней смещается и поворачивает вал в одно из рабочих положений. Подача воздуха во вторую полость цилиндра приводит к повороту вала во второе рабочее положение. В среднее положение вал устанавливается вручную рукояткой, надеваемой на квадратный конец вала.

Сжатый воздух от электромагнитных вентилей попадает в полости двух цилиндров, проходя через воздухораспределитель. Воздухораспределитель состоит из корпуса 2 (рис. 138), резиновых колец 7, прижимаемых накладками 5 к корпусу болтами 1. С боков

Таблица 7

Показатели	Характеристики аппаратов		
	РК-02Т, РК-8, ТК-8	ПР-158	18МР
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000
Длительный ток, А	500	400	550
Нажатие контактов, кгс	12—16	3,5—4,5	2,2—2,5
Разрыв контактов, мм	17	—	—
Провал контактов, мм	10—14	2,3—3,0	—
Длительный ток блокировочных пальцев, А	5	5	6
Нажатие блокировочных контактов, кгс	1—2,5	1—2,5	—

к корпусу подведены трубки 4 от каждого электромагнитного вентилля. По одной из них сжатый воздух подходит для поворота реверсора в положение *Вперед* (*P*), по второй — в положение *Назад* (*Z*). Две верхние трубки 3 служат для подвода воздуха в правые полости обоих цилиндров, а две нижние — в левые полости. На схеме показаны каналы в корпусе 2 и пути прохода воздуха в полости цилиндров при положении накладок 5 в нормальном, открытом положении 0.

При переводе накладки 5 в положение *Z* доступ сжатого воздуха в полости цилиндра перекрывается и одна из полостей соединяется с атмосферой. Накладка в обоих положениях фиксируется пальцем 6, входящим в отверстия корпуса.

Технические данные реверсоров и тормозных переключателей.

Основные характеристики аппаратов приведены в табл. 7.

§ 37. Электропневматические контакторы

Общие сведения. Электропневматическими контакторами называют аппарат для замыкания и размыкания электрических цепей под нагрузкой, имеющий индивидуальный электропневматический привод. В электровозных силовых цепях их применяют в качестве линейных контакторов, подключающих тяговые двигатели под напряжение контактной сети, используют для замыкания накоротко секций пусковых резисторов, включения ступеней ослабления возбуждения двигателей, сбора цепей электрического торможения.

Электропневматический контактор имеет неподвижный контакт 2 (рис. 139), к которому ток подходит через дугогасительную катушку 3. Рычаг с подвижным контактом 8 через изоляционную тягу 4 соединен с поршнем 7, находящимся внутри пневматического цилиндра 6. Эту подвижную систему при отсутствии сжатого воздуха под поршнем выключающая пружина 5 отжимает в нижнее положение и контактор находится в выключенном положении. Подача сжатого воздуха в цилиндр вызывает смещение подвижной системы вверх и замыкание контактов. Соединение цилиндра с атмосферой приводит к выключению контактора. Образующаяся при этом дуга гасится в дугогасительной камере 1. Изоляционная тяга 4 необходима для изоляции контактов, находящихся под высоким напряжением от системы воздушного цилиндра, который заземлен.

На электровозах ВЛ10, ВЛ18 и ВЛ23 применяют различные электропневматические контакто-

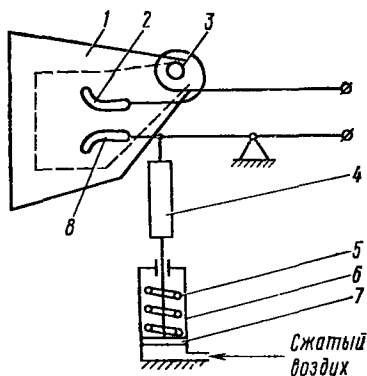


Рис. 139. Схема электропневматического контактора

ры, имеющие одинаковую конструкцию основных узлов, но отличающиеся номинальным током (от 350 до 500 А), наличием системы дугогашения, конструкцией дугогасительных камер, блокировок, исполнением привода и других деталей.

На электропневматических контакторах отечественных электровазов применяют лабиринтно-щелевые (ПК-21—26) и трехщелевые (ПК-06—11, ПК-31—36) дугогасительные камеры. С целью повысить дугогасящую способность контакторов при меньших перепадах напряжения на ряде контакторов (ПК-41—46) применяют трехщелевые камеры увеличенных размеров (на 100 мм по длине и на 32 мм по высоте).

В том случае когда два контактора должны вместе включаться или выключаться, используют электромагнитный вентиль одного из контакторов. Второй контактор ставят без вентиля, а его цилиндр соединяют трубкой с цилиндром первого. При подаче напряжения на катушку вентиля оба контактора включаются.

В ряде случаев при разрыве контактов силовой цепи электроваза образуется ничтожная дуга, которая гаснет между контактами без всяких дугогасительных устройств. Так бывает при выключении

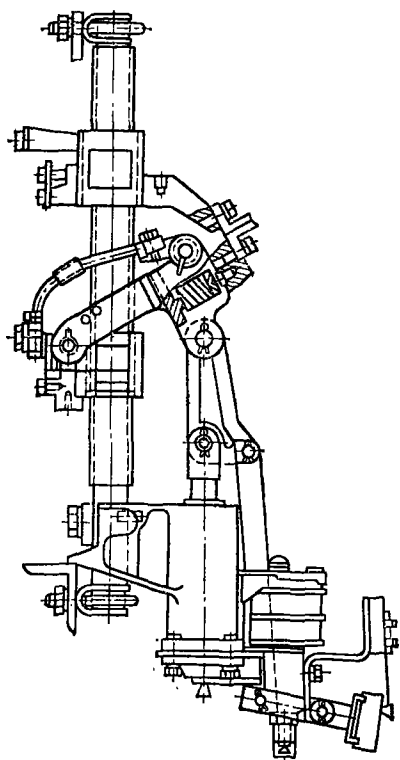


Рис. 140. Электропневматический контактор без дугогашения ПК-15
170

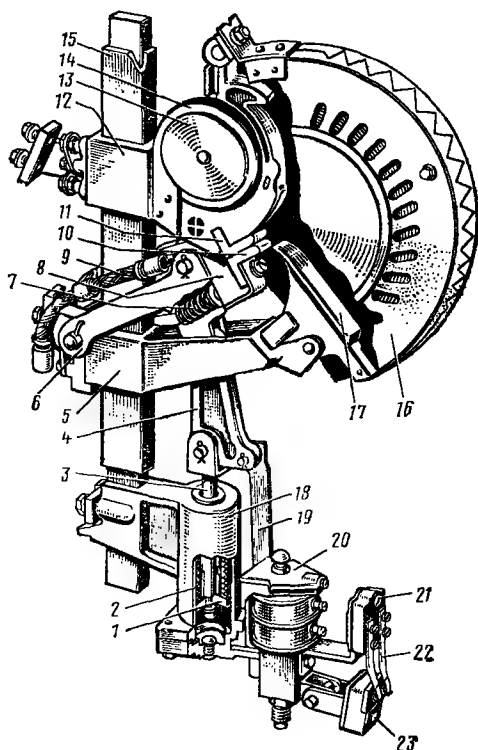


Рис. 141. Электропневматический контактор с лабиринтно-щелевой камерой

контактора, шунтирующего резистор, имеющий небольшое сопротивление. Поэтому на электровозах для включения и отключения секций резисторов ослабления возбуждения применяют контакторы без дугогашения (ПК-14—19, рис. 140).

Контактор ПК-22. На этом контакторе установлена дугогасительная камера лабиринто-щелевого типа. На изоляционной стойке 15 (рис. 141) контактора укреплены: в верхней части — кронштейн неподвижного контакта 12, в средней части — кронштейн подвижного контакта 5 и в нижней неизолированной части — цилиндр 18 электропневматического привода. Кронштейн 12 с дугогасительной катушкой 14, сердечником 13 и неподвижным контактом 11 по конструкции одинаковы с таким же узлом групповых переключателей ПКГ-4.

На кронштейне подвижного контакта 5 шарнирно установлен контактный рычаг 6, отличающийся по конструкции от соответствующего рычага контакторного элемента переключателя ПКГ-4. В нижней части с ним шарнирно соединена прессованная изоляционная тяга 4, связывающая подвижные части контактора с приводом. В верхней части рычага шарнирно установлен держатель 8 подвижного контакта 10, между рычагом и держателем находится притирающая пружина 7. Ток к держателю подвижного контакта идет, минуя шарнирные соединения, по гибкому шунту 9.

Электропневматический привод включает в себя электромагнитный вентиль 20 включающего типа и пневматический цилиндр 18 с поршнем 1, штоком 3 и выключающей пружиной 2. При отсутствии сжатого воздуха в цилиндре под действием пружины 2 подвижные части контактора находятся в нижнем положении, а при подаче воздуха в цилиндр перемещаются вверх, замыкая с притиранием контакты 10 и 11.

К электропневматическому вентилю крепят кронштейн с держателем 21 блокировочных контактов 22 и шарнирно рычаг с изоляционной колодкой 23, к которой привертывают медные контактные пластины. Рычаг с противоположной стороны шарнирно соединен

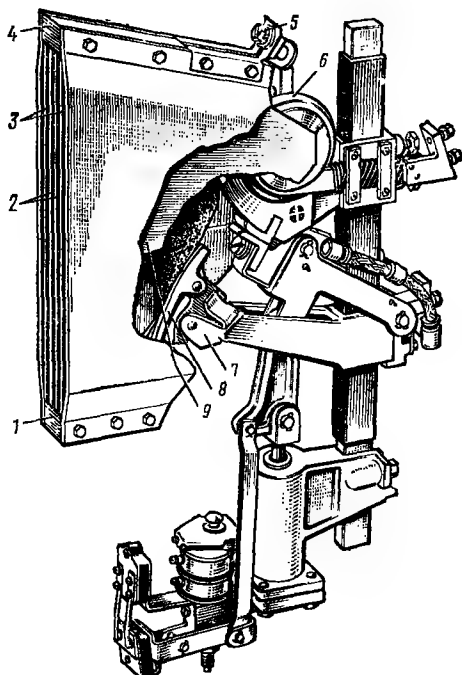


Рис. 142. Электропневматический контактор с трехщелевой камерой

с тягой 19, а она в свою очередь с изоляционной тягой 4. При включенном положении контактора тяга 19 находится в верхнем положении и рычаг с колодкой 23 повернут по часовой стрелке.

Под пальцами контактов 22 находится верхняя часть колодки 23. Отключение контактора вызывает поворот рычага с колодкой 23 против часовой стрелки и под пальцы подойдет нижняя часть колодки 23.

Дугогасительная система здесь такая же, как и у групповых переключателей ПКГ-4. Она имеет лабиринтно-щелевую камеру 16 с нижним дугогасительным рогом 17. Верхним дугогасительным рогом является прилив кронштейна 12.

Контактор ПК-31. Он отличается от рассмотренного контактора только наличием трехщелевой дугогасительной камеры вместо лабиринтно-щелевой. Трехщелевые камеры обладают меньшей дугогасящей способностью по сравнению с лабиринтно-щелевыми камерами, но разрыв дуги здесь вызывает меньшие коммутационные перенапряжения в электрических силовых цепях. Трехщелевая камера состоит из двух боковых асбестоцементных стенок 3 (рис. 142) и двух внутренних асбестоцементных перегородок 1. Снизу и сверху щели камеры закрыты пластинами 1 и 4. Магнитный поток, наводимый дугогасительной катушкой 6, подводится к зоне горения дуги через полюсы 9, укрепленные в боковинах камеры. Своим нижним дугогасительным рогом 8 камера опирается на кронштейн 7 подвижного контакта. При установке камеры ее наклоняют влево, затем ставят так, чтобы впадина дугогасительного рога 8 попала на ось кронштейна 7, затем камеру поворачивают по часовой стрелке. При этом полюсы 9 охватывают сердечник дугогасительной катушки с обеих сторон, прижимаясь к нему, а верхняя часть камеры подходит под болт 5, которым ее закрепляют на контакторе.

При разрыве электрической цепи дуга переходит с контактов на дугогасительные рога и может разбиться на три параллельные менее мощные дуги. Перемещаясь под действием магнитного дутья, дуга удлиняется, охлаждается о стенки и гаснет.

Технические данные электропневматических контакторов. Основные технические данные электропневматических контакторов, применяемых на всех сериях электровозов отечественного производства, следующие:

Номинальное напряжение	3000 В
Разрыв контактов	24—27 мм
Провал »	10—12 »
Начальное нажатие контактов	3,5—5 кгс
Конечное »	Не менее 27 кгс
Номинальный ток блокировочных контактов	5 А
Нажатие блокировочных пальцев	1—2,5 кгс

Контакторы 1SVAD5 и 1SVAD4. Они установлены на электровозах ЧС2^т в цепях пусковых резисторов и электрического отопления

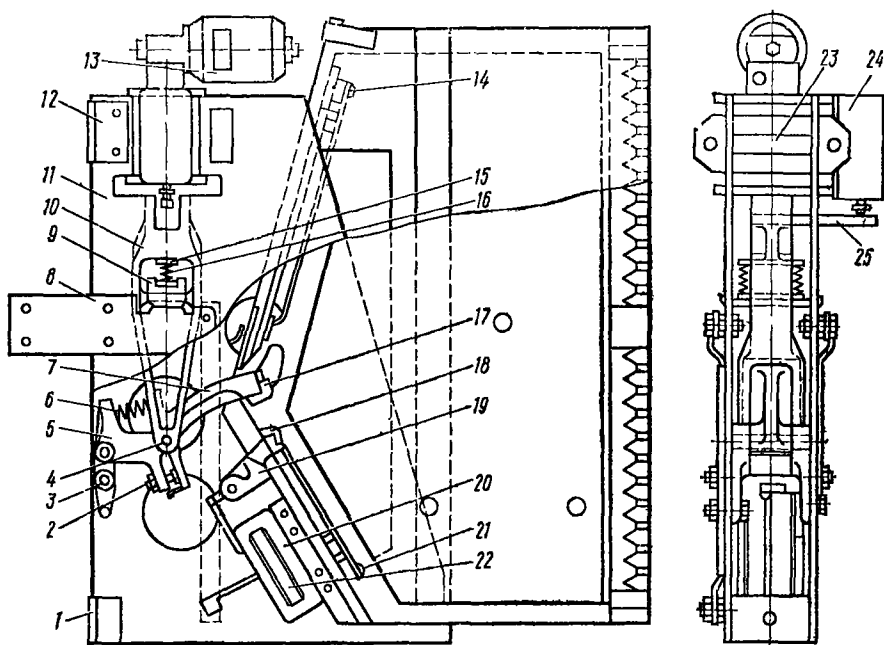


Рис. 143. Электропневматический контактор 1SVAD4

вагонов от электровоза. Эти контакторы состоят из двух изоляционных стеклотекстолитовых боковин 11 (рис. 143), на которых укреплены контактные шины 8, выполненные из меди с неподвижными серебряными пластинами, образующими основные контакты. При включении контактора этих пластин касается контактный мостик 9, имеющий подвижные основные серебряные контакты. Контактор включается под действием сжатого воздуха, подаваемого электромагнитным вентилем 13 в цилиндр привода 23. Поршень привода опускается вниз, передавая усилие через изоляционную тягу 10, подкладку 15 и пружину 16. Одновременно тяга 10 нажимает через шарнир 4 на рычаг 5 и поворачивает его по часовой стрелке относительно шарнира 3. Через пружину 6 рычаг 5 воздействует на рычаг 7 подвижного вспомогательного дугогасительного контакта 17 и прижимает контакт 17 к неподвижному дугогасительному контакту 18, который укреплен на держателе 19.

Основные и вспомогательные дугогасительные контакты находятся в такой связи: при включении контактора вначале замыкаются вспомогательные контакты 17 и 18, а затем замыкаются контакты мостика 9. При выключении контактора основные контакты расходятся первыми, а вслед за ними разрывают цепь вспомогательные дугогасительные контакты. Разрыв дугогасящих контактов регулируют болтом 2. Образующаяся дуга под действием тока дугогасительной катушки 20, наводящей в сердечнике 22

и полюсах магнитный поток, выдувается в дугогасительную камеру, горит между дугогасительными рогами 14 и 21, растягивается, охлаждается и гаснет. Контактors ISVAD5 имеют трехщелевые камеры, а ISVAD4 — четырехщелевые камеры с гасителем дуги, установленным на выходе газов из камеры и представляющим собой асбестоцементную планку с рядом отверстий, расположенных по ее длине. Через рычаг 25 подвижная система связана с блокировочными контактами 24. Контактор укрепляют с помощью уголков 1 и 12. Основные технические данные контакторов следующие:

Номинальное напряжение	3000 В
Номинальный ток	500 А
Нажатие основных контактов	6 кгс
» дугогасительных контактов	2,8—3,2 кгс
Провал основных контактов	2—4 мм
» дугогасительных контактов	22—24 мм
Разрыв основных контактов	15—17 »
» дугогасительных контактов	19—21 »

§ 38. Разъединители

Крышечные разъединители. Разъединителями называют аппараты, предназначенные для разъединения или соединения отдельных электрических цепей без тока. На электровозах ВЛ10 для разъединения силовой цепи от каждого токоприемника применяют разъединители РВН-004Т, рассчитанные для наружной установки (на крыше электровоза), с непосредственным (ручным) приводом. На электровозах ВЛ8 и ВЛ23 использованы аналогичные по конструкции разъединители РВН-1.

На чехословацких электровозах применены крышечные разъединители 7FS с дистанционным электропневматическим приводом. На этих электровозах, кроме двух крышечных разъединителей, отделяющих силовые цепи от каждого токоприемника, в целях безопасности обслуживания электрического оборудования установлено по одному заземлителю, соединяющему отключенную от токоприемников силовую цепь с землей. В качестве заземлителя используют тот же разъединитель 7FS.

Разъединитель РВН-004Т смонтирован на основании 7 (рис. 144), укрепленном на крыше электровоза. На основании 7 жестко укреплен через изолятор 6 неподвижный контакт 5 с пружинящими щеками, между которыми при включении врубается подвижной контакт 4. Этот контакт укреплен через изолятор на подвижной штанге 1 с рукояткой.

Разъединители не имеют дугогасительной системы, поэтому не должны разрывать ток. Чтобы ошибочно не выключить или не включить разъединитель под нагрузкой, на штанге 1 имеется замок 2, запирающий разъединитель в положениях *Включено* и *Выключено*. Для перевода его из одного положения в другое необходимо открыть замок ключом КУ от кнопочного щитка управления

токоприемниками. Этот ключ может быть вынут из щитка только при выключенных кнопках и, следовательно, опущенных токоприемниках, чем гарантируется работа разъединителя при обесточенной силовой цепи. Штанга разъединителя заземляется через гибкий шунт 3. Перед переводом разъединителя необходимо убедиться в исправности шунта 3 и отпереть ключом КУ замок 2. После этого оттягивают рукоятку штанги 1 вниз и переводят ее в другое положение, запирая ключом КУ, который только после этого может быть вынут из замка.

Разъединитель 7FS смонтирован на плите 1 (рис. 145). На неподвижном штыре 10 с изолятором 9 захватами 20 укреплены две пары контактных медных пальцев 8. Два подвижных контактных медных ножа 6 укреплены на захватах 22, охватывающих изолятор 7. Изолятор насажен на штырь 5, ввернутый в рычаг 2. Этот рычаг поворачивается на валике 3 держателя 4, укрепленного на плите 1.

Места контакта пальцев 8 и ножей 6 для снижения переходного электрического сопротивления посеребрены. Силу контактного нажатия создают пружины 21 с регулирующим устройством.

Электропневматический привод состоит из пневматического цилиндра 11 с двумя поршнями 12, соединенными между собой зубчатой рейкой 18. Сжатый воздух в каждую из двух полостей цилиндра подается через электромагнитные вентили включающего типа. Зубчатая рейка 18 находится в зацеплении с зубчатым сектором 16, который имеет штифт 17, входящий в прорезь рычага 2. При возбуждении, например правого вентиля 13, система поршней смещается влево, сектор 16 поворачивается против часовой стрелки на 120°, а рычаг — по часовой стрелке, приводя контакты во включенное состояние. Возбуждение левого вентиля приводит к размыканию контактов.

Разъединитель можно переключить и вручную съемной рукояткой, надеваемой на квадратный конец оси сектора 16. На другом конце оси сектора находится кулачок, воздействующий на блокировочные контакты, которые замыкают цепь катушек вентилях токоприемников и сигнальных ламп при включенном разъединителе и

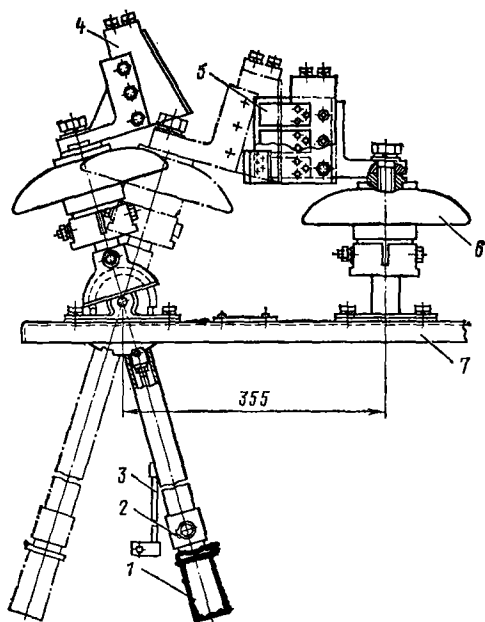


Рис. 144. Разъединитель РВН-004Т

отключенном заземлителе и разблокируют высоковольтную камеру и щиты при отключенных разъединителях и включенном заземлителе. Пружины 14, соединенные с валиками планок 15, стремятся поставить рычаг 2 в одно из крайних положений. Рычаг 2 заземлен через гибкий шунт 19.

Разъединители заземления. На электровозах ВЛ10, ВЛ8 и ВЛ23 при открывании двери высоковольтной камеры токоприемники замыкаются на землю высоковольтным однополюсным разъединителем заземления РВО-007Т (электровоз ВЛ10) или аналогичным разъединителем КЗ-1 (электровозы ВЛ8, ВЛ23). Их устанавливают под дверью высоковольтной камеры. Разъединители предохраняют людей от попадания под высокое напряжение в том случае, когда оно по какой-либо причине оказалось на токоприемниках.

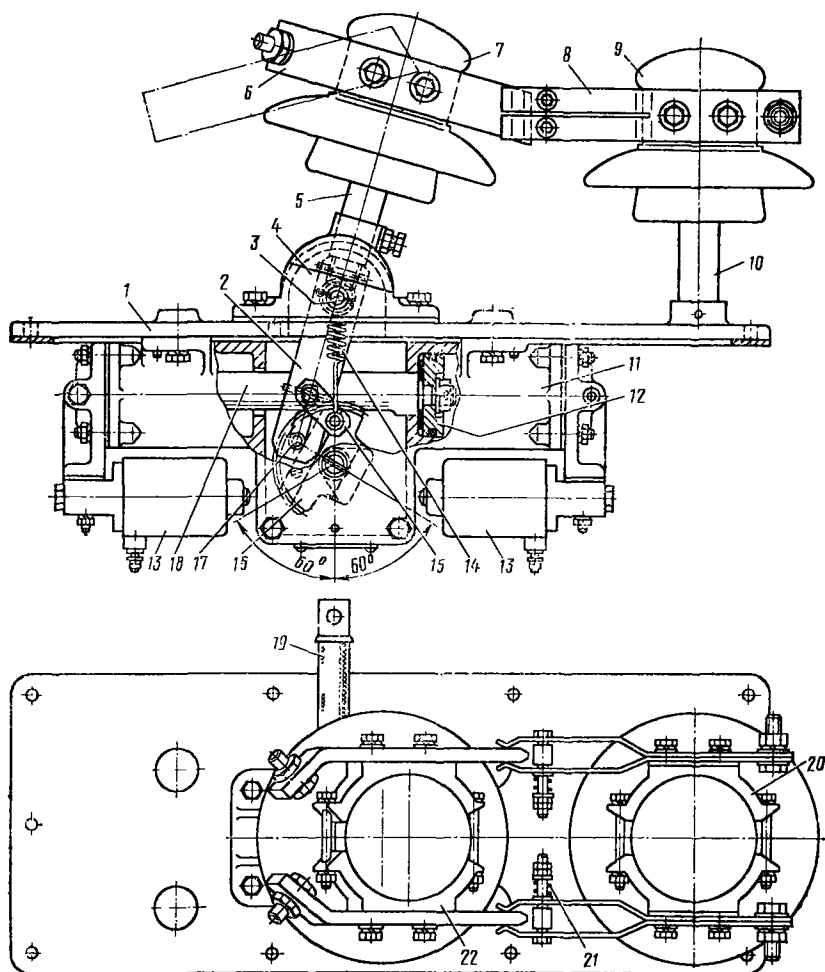


Рис. 145. Крышовой разъединитель 7FS

Разъединитель заземления РВО-007Т имеет неподвижный контакт 6 (рис. 146), укрепленный на фарфоровом изоляторе 5, к которому подходит провод от цепи токоприемника. Подвижной контакт 2 разъединителя, состоящий из двух ножей, стягиваемых пружиной, шарнирно установлен на стойке 3, укрепленной на стенке кожуха 1. Он соединен с землей. Подвижной контакт через регулируемую тягу 4 связан с шарнирным механизмом, установленным на стенке высоковольтной камеры, и изменяющим положение тяги 4 в зависимости от положения двери этой камеры. При закрытой двери высоковольтной камеры тяга 4 находится в верхнем положении и контакты 6 и 2 разомкнуты. Открывание двери вызывает срабатывание шарнирного механизма и тяга 4 опустится и замкнет контакты. Полное замыкание контактов происходит при открывании двери на 100—120 мм.

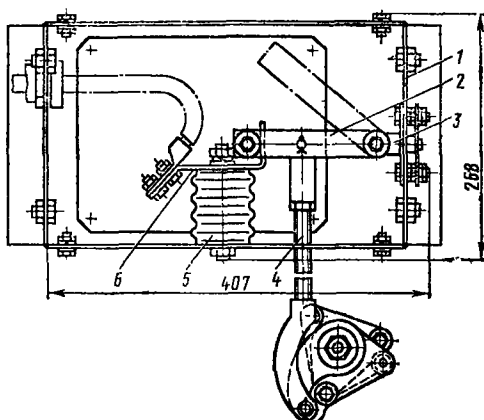


Рис. 146. Разъединитель заземления РВО-007Т

Технические данные разъединителей. Основные характеристики разъединителей приведены в табл. 8.

Таблица 8

Показатели	Характеристики разъединителей			
	РВН-004Т	РВН-1	7PS	РВО-007Т, КЗ-1
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000	3000
Номинальный ток, А	1850	1500	1500	—
Раствор контактов, мм, не менее	60	60	—	28,5
Масса, кг	30	35	32	15,5

§ 39. Отключатели тяговых двигателей

Общие сведения. Электрической схемой электровоза предусмотрена возможность работы локомотива и в случае отказа в работе одного из тяговых двигателей. В этом случае поврежденный двигатель отключают от силовых цепей электровоза отключателями тяговых двигателей и работают на оставшихся исправных двигателях. Кроме изменений в силовых цепях, отключатели тяговых дви-

гателей изменяют цепи управления для создания нужной последовательности работы электрических аппаратов в режиме отключенного тягового двигателя.

На восьмиосных электровозах ВЛ10 и ВЛ18 применяют по два отключателя тяговых двигателей: один ОД-8А, другой ОД-8Б-2.

Отключатель ОД-8Б-2. На каркасе 1 (рис. 147, а) укреплены контактные элементы. Каждый контактный элемент состоит из двух гетинаксовых стоек 9 (рис. 147, а, б), между которыми жестко установлены неподвижные контакты — верхний 2 и нижний 10 и кронштейн 7 подвижного контакта с двумя медными контактными ножами 6. Своими выступами эти ножи прижимаются пластинчатой пружинной 4 к неподвижным контактам. Для улучшения контакта между кронштейном 7 и ножами 6 применены тарельчатые шайбы 15. Контактные элементы бывают одиночные с одинарной изоляционной рукояткой 5 на контактных ножах или спаренные с изоляционными рукоятками 3, соединяющими две пары соседних контактных ножей. У отключателя ОД-8Б-2 три спаренных и левый одиночный контактные элементы при нормальной работе тяговых двигателей должны иметь контактные ножи в верхнем положении. Спаренные и одиночные контактные элементы имеют между собой механическое блокирование, обеспечивающее правильность переключения контактных ножей. Крайний правый одиночный нож служит для переключения питания тяговых двигателей на низковольтные шины при вводе электровоза в депо. При питании тяговых двигателей от токоприемника ножи этого контактного элемента находятся в нижнем положении. Верхнее положение ножей соответствует подключению двигателей к низковольтной шине.

В нижней части каркаса отключателей двигателей установлены блокировочные устройства с контактами мостикового типа, которые изменяют цепи управления при переключении ножей в положение работы с отключенными двигателями. Перевод правого контактного элемента из нижнего положения в верхнее вызывает отключение блокировочных контактов, включенных в цепь управления токоприемников, препятствуя таким образом подъему токоприемника.

В блокировочное устройство входят изоляционный рычаг 8, соединенный с контактным рычагом 14, несущим на себе подвижные контакты 12 и укрепленные на панели неподвижные контакты 13. При верхнем положении контактных ножей отключателя тяговых двигателей под действием пружины 11 рычаг 8 отходит от стоек 9. Включение ножей отключателя на нижний контакт сопровождается нажатием через скобу на конец рычага 8, который, поворачиваясь на оси, вызывает изменение положения рычага 14 контактов 12.

Чтобы наглядно представить себе положение контактных ножей и состояние блокировочных контактов отключателей тяговых двигателей, приводят развертки электрических цепей. Обычно развертки показывают со стороны монтажа проводов, чтобы удобнее было пользоваться при отыскании нужной цепи. На рис. 147, в приведена

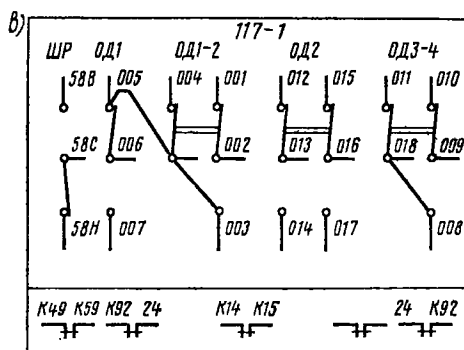
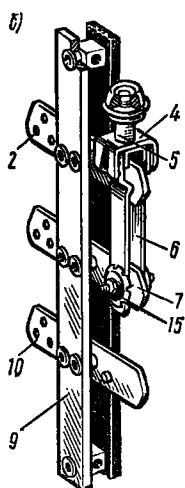
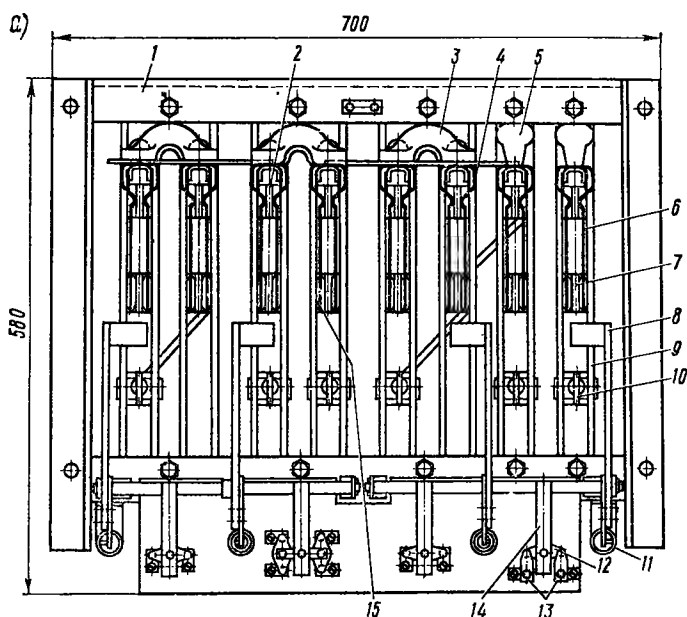


Рис. 147. Отключатель тяговых двигателей ОД-8Б-2:

а — общий вид; б — контактный элемент; в — развертка электрических цепей

развертка цепей отключателя тяговых двигателей ОД-8Б-2 (по отношению к рис. 147, а — вид сзади), который в перечне оборудования электровоза ВЛ10 обозначен под номером 117-1.

В верхней части развертки кружками показаны контакты контактных элементов и контактные ножи, замыкающие в нормальном состоянии средние контакты с верхними, за исключением левого ножа, который в нижнем положении соединяет цепь тяговых двигателей с токоприемником. Этому положению контактных ножей

Таблица 9

Показатели	Характеристики отключателя		
	ОД-8А	ОД-8Б-2	ОД-23Н
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000
Длительный ток, А	500	500	500
Число контактных элементов	4	8	9
Длительный ток блокировочных контактов, А	5	5	5
Сила на рукоятке при отключении, кгс	13—16	13—16	Не менее 15
Масса, кг	24,3	31,85	46

соответствует показанное в нижней части положение блокировочных контактов. При отключении двигателей *I* или *II* (см. вклейку рис. 252) контактные ножи *ОД1-2*, *ОД1* и *ОД2* переводят в нижнее положение. В случае отключения двигателей *III* и *IV* в нижнее положение переводят контактные ножи *ОД3-4*.

Отключатели ОД-8А и ОД-23Н. В отличие от рассмотренного отключателя ОД-8А имеют только два спаренных контактных элемента и несколько измененную схему блокировочных контактов. На электровозе ВЛ23 применен отключатель тяговых двигателей типа ОД-23Н, имеющий четыре спаренных контактных элемента и один одиночный элемент, подключающий тяговые двигатели к низковольтным шинам для ввода электровоза в депо. Один из спаренных контактных элементов отключает при переводе контактных ножей в нижнее положение тяговые двигатели *I* и *II* (см. рис. 267), другой — двигатель *III*, третий — двигатель *IV*, четвертый — двигатели *V* и *VI*. Конструкция этого отключателя аналогична рассмотренным.

Технические данные отключателей тяговых двигателей. Основные характеристики отключателей приведены в табл. 9.

§ 40. Резисторы

Общие сведения. Резисторы в электрических цепях электровазов используют для ограничения тока, регулирования напряжения и тока на отдельных ее участках. В силовых цепях тяговых двигателей применяют резисторы, рассчитанные на прохождение по ним больших токов. В период пуска электровоза последовательно с тяговыми двигателями включают пусковые резисторы. Изменяя сопротивление резисторов, машинист регулирует напряжение и ток тяговых двигателей, а следовательно, и силу тяги электровоза. При увеличении скорости возрастает противо-э. д. с. тяговых машин и снижается ток. Для поддержания тока из цепи выводят пус-

ковые резисторы, замыкая отдельные секции контакторами. При переключении тяговых двигателей с одного соединения на другое на некоторых типах электровозов используют переходные резисторы, на которые кратковременно замыкают часть двигателей. Переходные резисторы препятствуют переходу замкнутых на них тяговых двигателей в режим генераторов и делают более плавным движение электровоза в период переключения двигателей. Для увеличения скорости движения применяют ослабление возбуждения тяговых двигателей за счет включения параллельно обмоткам возбуждения шунтирующего контура. В него входят и шунтирующие резисторы, сопротивление которых регулируют ступенями за счет замыкания части секций контакторами. В режиме рекуперативного торможения в цепь обмоток якорей тяговых двигателей включают уравнивающие резисторы (электровозы ВЛ10, ВЛ8), которые обеспечивают устойчивую работу тяговых двигателей и равномерную их нагрузку.

На электровозах ВЛ10, ВЛ8, ВЛ23, ЧС2 и ЧС2^т в силовых цепях используют фехралевые резисторы.

Резисторы КФ. Каждый ящик резисторов КФ (рис. 148), устанавливаемый на отечественные электровозы, набирают из отдельных элементов. Такой элемент представляет собой намотанную на

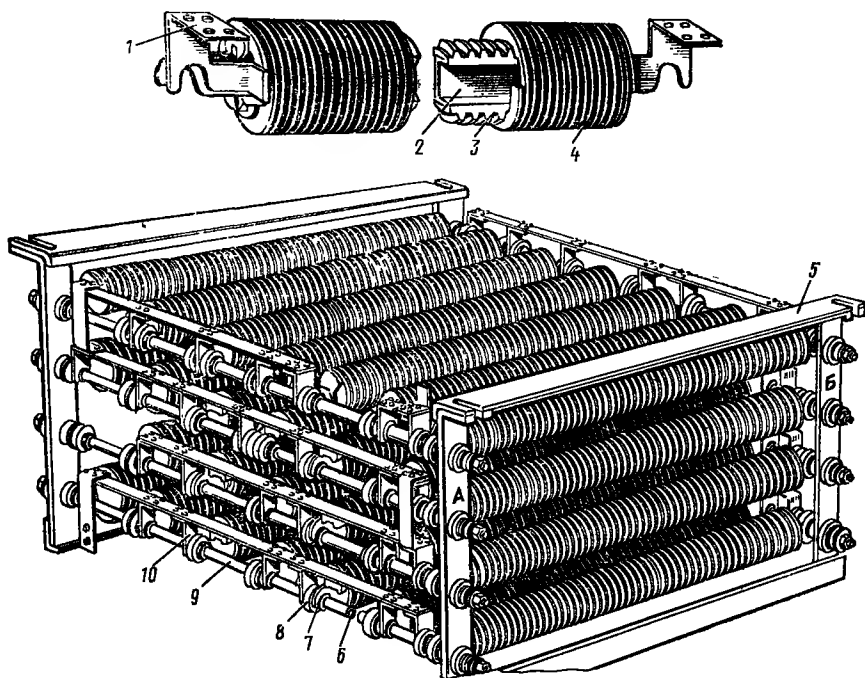


Рис. 148. Фехралевые резисторы КФП-10

ребро ленты 4 из фехрала марки Х13Ю4, обладающую высоким омическим сопротивлением и способную длительно выдерживать высокие температуры нагрева. Лента расположена в канавках стеатитовых изоляторов 3, сидящих на стальной штампованной распорке 2. Распорку концевыми частями закрепляют на поперечных изолированных слюдинитовыми трубками стержнях 6. Выводные медные концы 1, припаяваемые к концам ленты, укрепляют на стержнях 6 вместе с выводными шинами 10. Выводные концы изолируют один от другого и от распорок фарфоровыми шайбами 8 и миканитовыми шайбами 7. Расстояния между соседними элементами выдерживают с помощью дистанционных трубок 9, надеваемых на изолированный стержень. Сами изолированные стержни прикреплены к раме 5, сваренной из полосовой стали. Для удобства монтажа резисторов на электровозе одна сторона ящика обозначена буквой А, а другая буквой Б.

Ящики рассчитаны на установку 28 элементов по семь штук в горизонтальном ряду в четыре ряда или 21 элемента по семь штук в три ряда.

В зависимости от тока и необходимого сопротивления элементы в ящиках включают параллельно или последовательно между собой. Кроме того, ящики отличаются числом элементов, сечением ленты и числом параллельно наматываемых лент.

Наибольшее применение находят резисторы с мощностью элемента 2870 Вт при температуре 350° С, имеющие 80 витков ленты и среднее значение сопротивления 1,05 Ом.

Элементы резисторов могут работать при температурах до 700° С. Однако по условиям защиты краски стенок камеры от возгорания рабочая температура резисторов допускается не более 350—450° С.

Резисторы КФ обладают малой теплоемкостью, т. е. быстро нагреваются под действием тока, но способны отдать много тепла в окружающую среду, если их обдувать воздухом. Поэтому для снижения температуры нагрева резисторов при прохождении по лентам больших токов их принудительно охлаждают воздухом от вентиляторов электровоза. Чем больше продувать через резисторы воздуха, тем больший ток они выдержат без нагрева выше допу-

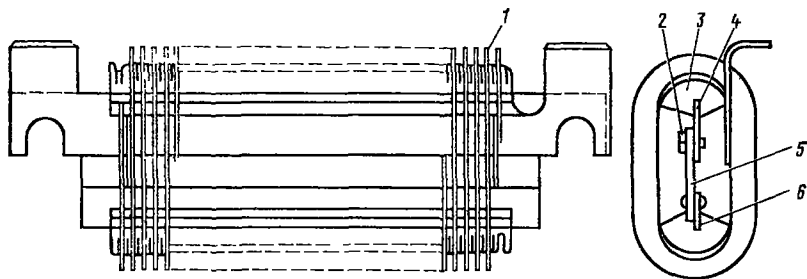


Рис. 149. Элемент ленточного фехралевого резистора

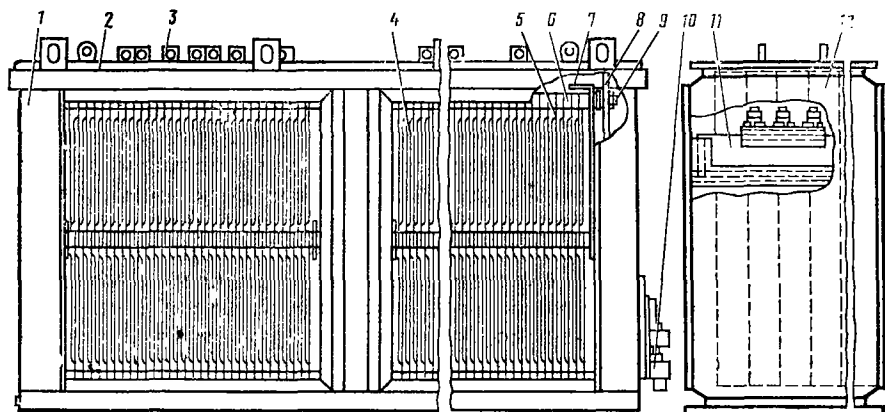


Рис. 150. Пусковые резисторы 4RTL/II

стимых температур, т. е. тем большей мощности будут резисторы без увеличения их объема.

В комплект резисторов КФП-10А электровоза ВЛ10 входят 20 ящиков, из них 16 — четырехрядных и четыре — трехрядных. На электровозах ВЛ8 применены пусковые резисторы КФП-8, размещенные в 16 четырехрядных ящиках. Шунтирующие резисторы КФШ-8 и общий демпферный резистор КФ-151 установлены в высоковольтной камере отдельно.

На электровозе ВЛ23 применено 10 четырехрядных ящиков резисторов КФП-23, включающих в себя пусковые, часть шунтирующих резисторов силовых цепей и общий демпферный резистор вспомогательных цепей. Переходные КФ-16 и часть шунтирующих резисторов расположены в высоковольтной камере отдельно.

Резисторы 4RTL/II. На электровозе ЧС2 установлены ленточные фехралевые резисторы, имеющие овальную форму элементов, близкие по конструкции к резисторам КФ. Лента 1 (рис. 149), намотанная на ребро, находится в канавках стеатитовых изоляторов 3, установленных на держателях 4 и 6, скрепленных болтами 2 с распоркой 5. Элементы монтируют на опрессованных изоляцией стержнях. Ящик резисторов имеет 16 элементов, расположенных в два ряда по восемь штук.

Пусковые резисторы 4RTL/II, установленные на электровозах ЧС2^т, содержат элементы из фехралевой ленты шириной 60 мм и толщиной 0,5 или 1 мм.

Элементы 4 (рис. 150) через держатели 5 укреплены на шпильках 9 вместе с боковинами 8, образуя рамы 12. Держатели изолированы изоляторами 6 из стеатита. Выводы рам выполнены в виде шин 7. Восемнадцать рам (на три тяговых двигателя) установлены в шкафу 1, имеющему с боков изоляционные плиты 2, в которых имеются отверстия для выводов 3 резисторов. Рамы изолированы от шкафа стеклотекстолитовыми плитами 11. На стенке шкафа установлен элемент 10, защищающий резисторы при перегреве.

§ 41. Индуктивные шунты

Общие сведения. В режиме ослабленного возбуждения параллельно обмоткам главных полюсов включают не только шунтирующие резисторы, но и последовательно с ними индуктивные шунты. Если при ослабленном возбуждении обмотка возбуждения r_b шунтирована только резистором $R_{ш}$ (рис. 151, а), то при установившемся режиме токи в обмотке возбуждения I_b и шунтирующем резисторе $I_{ш}$ распределятся обратно пропорционально их омическим сопротивлениям; но в случае резкого увеличения тока в якоре I_a , вызванного, например, скачкообразным повышением напряжения в контактной сети, он будет замыкаться в основном через шунтирующий резистор. В обмотке возбуждения тягового двигателя ток будет нарастать замедленно, так как она обладает значительной индуктивностью и поэтому наводимая в ней э. д. с. самоиндукции противодействует увеличению тока в ней. Такое увеличение тока в якоре тягового двигателя без одновременного увеличения его в обмотке возбуждения приведет к слишком большому ослаблению возбуждения, нарушению потенциальных условий на коллекторе и появлению кругового огня по коллектору. На рис. 151 распределение токов показано условно длиной стрелок у токов.

Индуктивный шунт ИШ, включенный в шунтирующий контур (рис. 151, б), при изменении тока вызывает наведение э. д. с. самоиндукции в этом контуре наряду с э. д. с. самоиндукции, наводимой в обмотке возбуждения. В этом случае ток в якоре и обмотке возбуждения будет нарастать одновременно и распределение токов в обмотке возбуждения и шунтирующей цепи при переходных режимах будет ненамного отличаться от распределения при установившемся режиме.

Индуктивный шунт ИШ-2К. На электровозе ВЛ10 включают индуктивный шунт последовательно с резистором в шунтирующий контур параллельно обмоткам возбуждения сразу двух тяговых двигателей. Он состоит из магнитопровода 1 (рис. 152) и двух дисковых катушек 2. Магнитопровод выполнен шихтованным с воздушными зазорами общим размером 100 мм, обеспечивающим снижение насыщения магнитопровода, а следовательно, и сохранение высокой индуктивности при больших токах.

Каждая из двух катушек состоит из двух дисков медной шины с изоляцией витков из электронита. Между дисками имеются зазоры по 15 мм для прохождения охлаждающего воздуха.

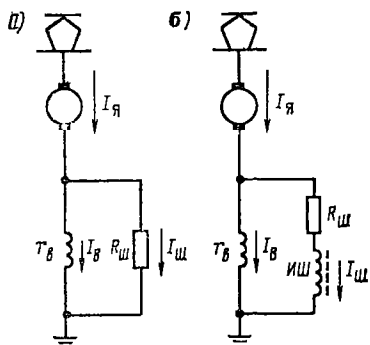


Рис 151 Распределение токов при ослаблении возбуждения без индуктивного шунта (а) и с индуктивным шунтом (б)

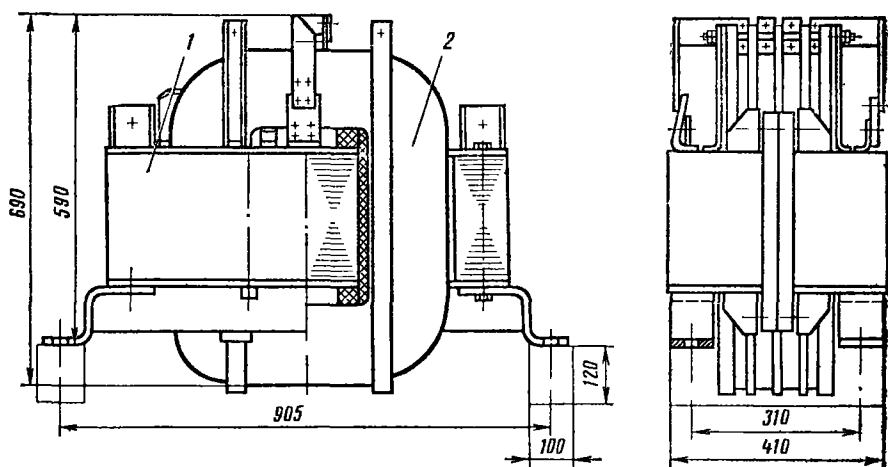


Рис 152 Индуктивный шунт ИШ 2К

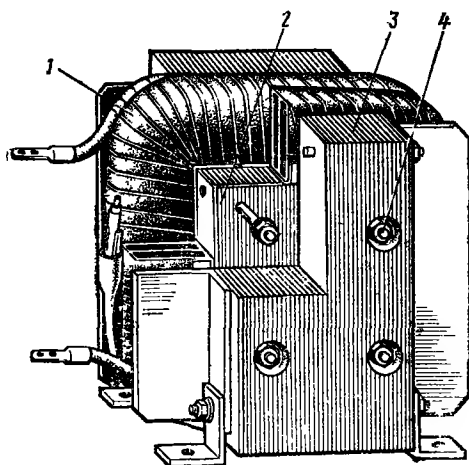


Рис 153 Индуктивный шунт
ИШ 406Д

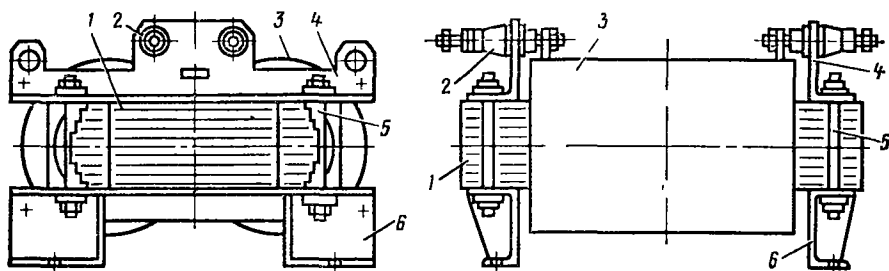


Рис. 154. Индуктивный шунт ALCV-34/4831

Индуктивный шунт ИШ-406Д. На электровозах ВЛ8 и ВЛ23 для цепи шунтирования двух последовательно соединенных обмоток возбуждения тяговых двигателей НБ-406 применены индуктивные шунты ИШ-406Д, состоящие из шихтованных сердечников 2 и 3 (рис. 153) с воздушными зазорами и двух катушек 1, намотанных из медной шины и изолированных снаружи. Сердечники и катушки скреплены болтами 4. Для отдельных шунтирующих контуров тяговых двигателей III и IV (см. рис. 267) электровоза ВЛ23 применяют аналогичные по конструкции индуктивные шунты, которые отличаются только наличием одной катушки вместо двух.

Индуктивный шунт ALCV-34/4831. Электровозы ЧС2 и ЧС2^т оборудованы индуктивными шунтами соответственно ALCV-34/4831 и CLVH-3254/41. Магнитопровод 1 (рис. 154), имеющий зазоры, состоит из листов трансформаторной стали, стянутых между угол-

Таблица 10

Показатели	Характеристики индуктивного шунта				
	ИШ-2К	ИШ-406Д	ИШ-40 Е	CLVH-3254/41	ALCV-34/4831
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000	3000	1015
Ток длительного режима, А	256	120	120	290	190
Ток часового режима, А	300	243	243	—	—
Индуктивность, мГ	16	—	—	18+9*	4
Число катушек на индуктивном шунте	2	2	1	2	2
Число индуктивных шунтов на электровозе	4	4(ВЛ8), 2(ВЛ23)	2 (ВЛ23)	2	3
Масса, кг	580	650	650	607	393,5

* Индуктивность приведена отдельно для каждой катушки шунта.

ком 4 и швеллером 6 основания болтами 5. На него надеты катушки 3 из изолированной алюминиевой шины. Концы шин выведены к проходным фарфоровым изоляторам 2. Катушки на магнитопровод насажены с зазором для прохода воздуха и охлаждения катушек не только с внешней, но и с внутренней стороны.

Технические данные индуктивных шунтов. Основные характеристики индуктивных шунтов, применяемых на электровозах постоянного тока, приведены в табл. 10.

АППАРАТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ

§ 42. Электромагнитные контакторы

Общие сведения. Электромагнитные контакторы на электровозах применяют для включения и отключения вспомогательных машин и электрических печей, а также для автоматического отключения пусковых резисторов в цепях вспомогательных машин после их разгона. Для включения они не требуют сжатого воздуха, что важно для пуска мотор-компрессоров. Электромагнитные контакторы срабатывают под действием электромагнитных сил, которые по значению значительно меньше сил, возникающих при электропневматическом приводе. Поэтому такие контакторы используют только при небольших токах.

На отечественных электровозах в цепях вспомогательных машин применяют электромагнитные контакторы МК-310Б, а в цепях электрических печей — контакторы МК-15-01.

На электровозах ЧС2 и ЧС2^т в цепи вспомогательных машин применены электромагнитные контакторы 31SM или 30SM и в цепи печей контакторы 43SM или 23SM, отличающиеся конструкцией дугогасительной системы.

На пассажирских электровозах предусматривают возможность питания электрических печей пассажирских вагонов от контактной сети через электровоз. На электровозах ЧС2 для включения и отключения отопления вагонов служит электромагнитный контактор 6SM, рассчитанный на большой ток, имеющий более мощные контактную и дугогасительные системы и привод плунжерного типа.

Контактор МК-310Б. Этот контактор состоит из привода, контактной и дугогасительной систем.

Под действием отключающей пружины 8 (рис. 155) якорь 9 с изоляционным рычагом 7 и механизмом подвижного контакта, состоящим из кронштейна 6, держателя контакта 3, притирающей пружины 5 и подвижного контакта 2, находятся в крайнем правом положении, как указано на схеме рис. 155, б. Подвижной и неподвижный контакты 2 разомкнуты. Если подать напряжение цепи управления 50 В на включающую катушку 11, то под действием тока в сердечнике катушки и ярме магнитопровода 10 наводится магнитный поток, который притягивает якорь 9. Якорь поворачивается и, сжимая пружину 8, вначале подводит подвижной контакт к неподвижному, а затем, сжимая притирающую пружину 5 за счет поворота держателя контакта, притирает и прижимает контакты

в замкнутом состоянии. Неподвижный контакт укреплен на кронштейне 13, а тот в свою очередь на изоляционной планке 12. В вырезе кронштейна 13 находится дугогасительная катушка 14 с сердечником 15. Для создания необходимого магнитного потока в зоне горения дуги при небольшом токе катушка 14 имеет большое число витков.

Ток силовой цепи при включенном контакторе проходит через дугогасительную катушку 14, кронштейн 13, контакты 2 и гибкий шунт 4, шунтирующий все подвижные шарнирные соединения, к проводу, идущему к вспомогательной машине. Выключение катушки 11 вызывает отход якоря от магнитопровода под действием пружины 8 и размыкание контактов. Образующаяся между контактами дуга выдувается вверх в дугогасительную камеру 17 под действием магнитного поля катушки 14, а также восходящего потока воздуха, образующегося вследствие нагревания электрической дугой. Магнитный поток дугогасительной катушки подводится в зону гашения дуги через стальные полюсы 1, укрепленные на асбестоцементных стенках камеры. Эти полюсы плотно прилегают к сердечнику 15 катушки с обеих сторон.

Сама дугогасительная камера, кроме двух стенок с полюсами, имеет две асбестоцементные продольные перегородки, устанавливаемые внутри боковых планок.

В процессе гашения дуги она переходит с контактов на дугогасительные рога, растягивается, охлаждается о стенки и перегородки камеры и гаснет. Один из рогов — 16 — укреплен в камере, а другим служит кронштейн 13 неподвижного контакта. На ряде

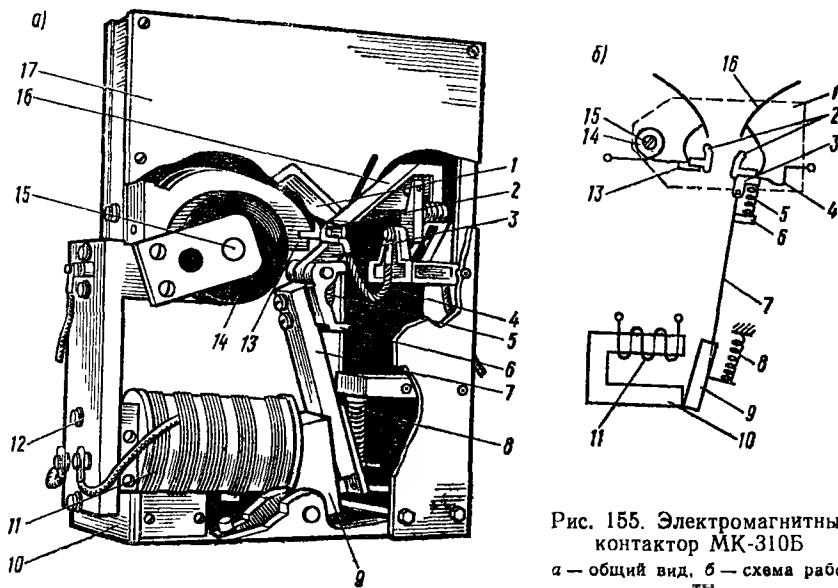


Рис. 155. Электромагнитный контактор МК-310Б
а — общий вид, б — схема работы

контакторов имеются блок-контакты, расположенные правее выключающей пружины 8.

Контактор МК-15-01.

Электрические печи включают контакторами МК-15-01, отличающимися от контакторов МК-310Б отсутствием дугогасительной системы и двойным разрывом цепи. На изоляционном рычаге укреплен сдвоенный держатель 7 (рис. 156) с двумя контактами 5, имеющими притирающие пружины 6. При включении контактора подвижные контакты касаются двух неподвижных контактов 1, укрепленных на стойке 2 через держатели 3. Между контактами находится асбестоцементная перегородка 4. При разрыве силовой цепи электрических печей образуются две небольшие дуги, которые растягиваются под действием потока теплого воздуха, охлаждаются окружающим воздухом и гаснут.

Контактор 31SM. Детали контактора 31SM смонтированы на изоляционном стержне 2 (рис. 157). В верхней части укреплен держатель 3 неподвижного контакта 14 и на кронштейне 4 дугогасительная катушка 5.

В средней части на стержне 2 закреплен электромагнитный привод, состоящий из магнитопровода с сердечником 7, на котором находятся включающая катушка 6 и якорь 11. На якоре укреплен изолированный контактный рычаг 10. К нижней части рычага подсоединен гибкий шунт 9, к которому на нижнем изоляторе подключают провода от вспомогательных машин.

В верхней части рычага 10 укреплен держатель 12 подвижного контакта 13 с притирающей пружиной и дугогасительным рогом.

При возбуждении включающей катушки якорь 11 притягивается к сердечнику и контакты 13 и 14 замыкаются с притиранием. Выключение тока, протекающего через включающую катушку, вызывает размыкание контактов под действием притирающей пружины и собственного веса подвижных деталей. Возникающая дуга гасится в дугогасительной камере 1. Одновременно со срабатыванием контактора включаются или отключаются блокировочные контакты 8.

Электромагнитные контакторы МКП-23. Для автоматического отключения части или всего резистора цепи вспомогательных машин

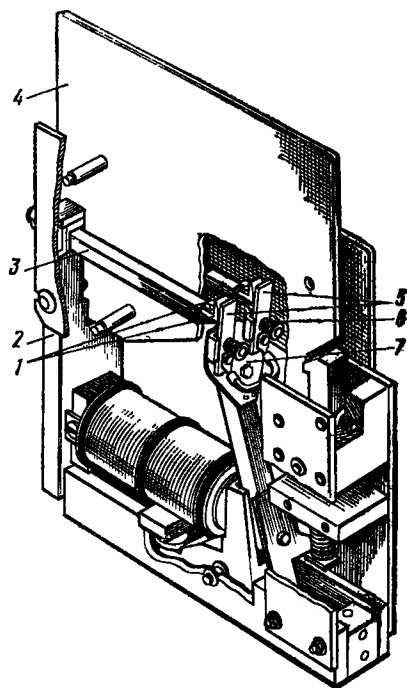


Рис. 156 Электромагнитный контактор МК-15-01

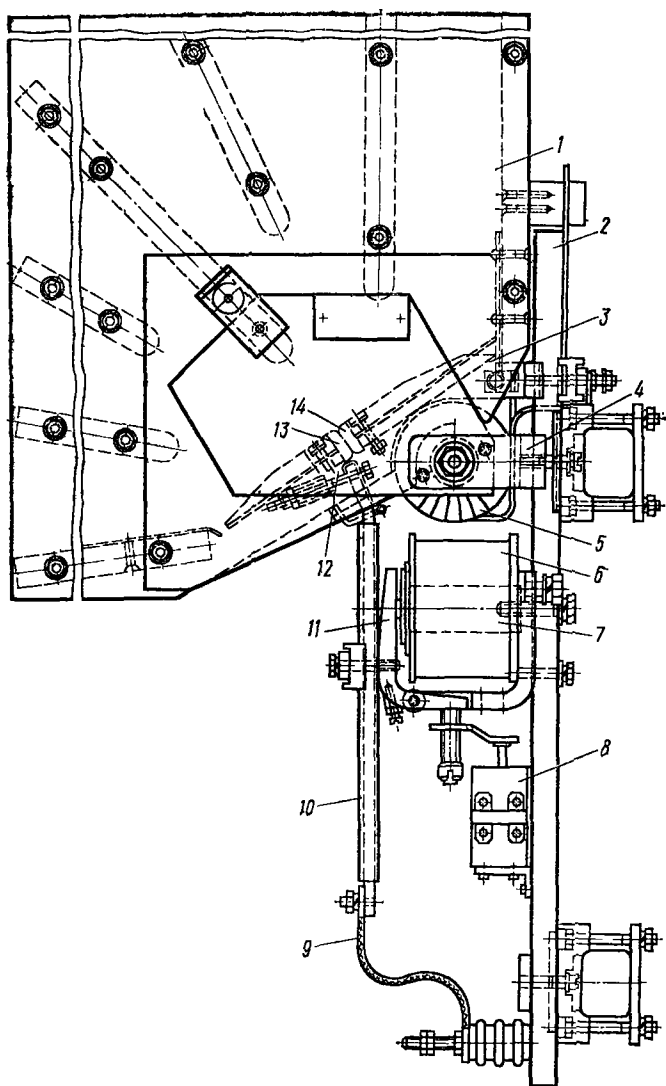


Рис. 157. Электромагнитный контактор 31SM

применяют электромагнитные контакторы МКП-23. Контактёр имеет магнитопровод 9 (рис. 158), на сердечниках которого установлены две катушки: включающая 8 и удерживающая 6. Сердечник катушки 6 выполнен тонкостенным. Внутри его вставлена латунная трубка 11, в которую входит якорь 5 плунжерного типа, имеющий возможность перемещаться вверх и вниз. С якорем шарнирно связан кронштейн 4 с подвижным контактом 3 и притирающим механизмом. Ярмо магнитопровода и неподвижный контакт 2 укреплены на изоляционной панели 1. На сердечнике включающей катушки находится медное кольцо 7, а на сердечнике удерживающей катушки снизу установлен регулировочный болт 10.

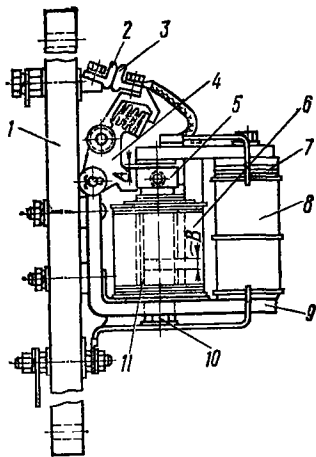


Рис. 158. Электромагнитный контактор МКП-23

Якорь в сердечнике удерживающей катушки образует верхний *A* (рис. 159) и нижний *B* (регулируемый) зазоры. Магнитный поток в зазоре *A* создает силу, стремящуюся поднять якорь. Этому препятствуют вес подвижной системы и магнитные силы, действующие в зазоре *B*. При большом магнитном потоке тонкостенный сердечник насыщается и часть потока замыкается через воздушный зазор *B* (рис. 159, *a*), создавая в нем достаточную силу, чтобы якорь не поднялся. Если магнитный поток в магнитопроводе уменьшится (рис. 159, *a*), то тонкостенный сердечник не будет насыщаться и весь поток пройдет через него. В воздушном зазоре *B* потока и магнитных сил не будет. Под действием магнитных сил в зазоре *A*, которые с уменьшением потока уменьшаются, но так, что превышают вес подвижной системы, и якорь поднимается.

При нижнем положении якоря контакты 2 и 3 (см. рис. 158) разомкнуты, при верхнем — замкнуты.

Схема включения резистора *R* и контактора МКП-23 с контактами 2 и 3 и двумя катушками, включающей 4 и удерживающей 5, в цепь вспомогательной машины 6 приведена на рис. 160. Включение контактора 1 при нижнем положении якоря и разомкнутых контактах 2 и 3 контактора МКП-23 создают цепь тока через резистор *R*, последовательно включенные обе катушки контактора и обмотки вспомогательной машины. При этом по цепи идет большой ток и контактор МКП-23 остается выключенным. После пуска и разгона вспомогательной машины в обмотке якоря двигателя наводится э. д. с. и ток в цепи уменьшается. Снижается магнитный поток контактора, замыкаются контакты 2 и 3, которые замыкают накоротко резистор *R* и включающую катушку 4. Контактёр удерживается во включенном положении за счет магнитного потока одной удерживающей катушки 5.

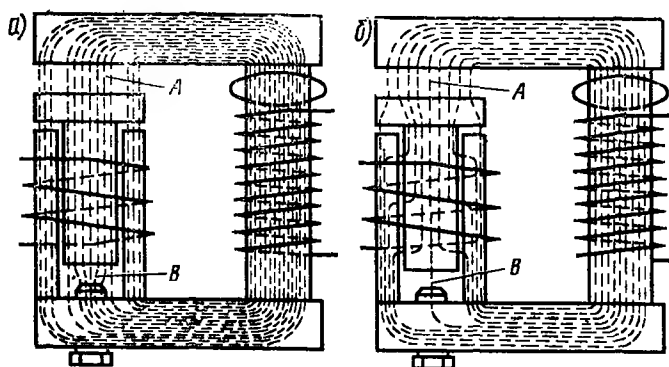


Рис. 159. Магнитная система контактора МКП-23 при большом потоке (а) и малом (б)

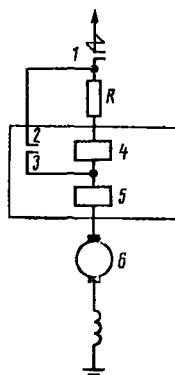


Рис. 160. Схема включения вспомогательной машины

Таким образом, для ограничения тока в цепи двигателя в период пуска включается резистор, который после пуска и разгона двигателя автоматически выключается контактором МКП-23. Контактор отключается только после отключения цепи. Поэтому дугогасительной системы он не имеет.

Регулировочный болт 10 (см. рис. 158) позволяет регулировать ток включения контактора. При завинчивании болта ток включения уменьшается, а при отвертывании — увеличивается. Медное кольцо 7 задерживает изменение магнитного потока в магнитопроводе, так как при этом в кольце наводится э. д. с. и идет ток; этот

Таблица 11

Показатели	Характеристики контактора				
	МК-310Б	МК-15-01	31SM	43SM, 23SM	6SM
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000	3000	3000
Номинальный ток, А	До 50	1,4	25	15	250
Нажатие силовых контактов, кгс	1,8—2,7	1,7—2,1	1	1	3
Разрыв силовых контактов, мм	30—34	30—34	11—13	15—17	18—21
Провал силовых контактов, мм	7—9	5—7	—	—	—
Номинальный ток блокировочных контактов, А	5	—	6	6	6
Нажатие блокировочных контактов, кгс	0,16	—	—	—	—
Разрыв блокировочных контактов, мм	Не менее 3	—	2	2	3
Провал блокировочных контактов, мм	2,5—3,5	—	1,5	1,5	1,5
Масса, кг	23,5	15,5	9,4	8	35,3

Таблица 12

Показатели	Характеристики контактора			
	МКП-23Г	МКП-23Д	МКП-23А	МКП-23В
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000	3000
Ток уставки (включения), А	Не более 12	25	11	20
Ток отключения, А, не более	1	2,5	1,25	7
Нажатие контактов, кгс	1—1,8	1—1,8	1—1,8	1—1,8
Разрыв контактов, мм	10—14	10—11	10—14	10—14
Провал контактов, мм	4,5—6,5	4,5—6,5	4,5—6,5	4,5—6,5
Масса, кг	7,2	6,9	6,2	6,2

ток наводит в магнитопроводе магнитный поток встречного направления, противодействующий изменению основного потока

Замедленное увеличение магнитного потока в зазоре А устраняет возможность включения контактора сразу же после включения машины, когда ток еще не увеличился до тока уставки

В цепи двигателя преобразователя на электровозе ВЛ10 включен контактор МКП-23Г, на электровозе ВЛ8 — аналогичный по конструкции контактор МКП-23А; в цепи двигателя вентилятора на электровозе ВЛ10 установлен контактор МКП-23Д, на электровозах ВЛ8, ВЛ23 — контактор МКП-23В.

Контакты МКП-23 в цепи двигателей вентиляторов после пуска выключают резисторы полностью, а в цепи двигателей преобразователей оставляют часть резистора постоянно включенной.

Технические данные электромагнитных контакторов. Основные характеристики электромагнитных контакторов приведены в табл. 11 и 12.

§ 43. Резисторы вспомогательных цепей

Общие сведения. В цепях вспомогательных машин применяют резисторы для ограничения токов при пуске и коротких замыканиях. В общей цепи перед быстродействующим выключателем вспомогательных цепей или перед контактором вспомогательных цепей включают общий демпферный резистор, ограничивающий ток короткого замыкания. В цепях каждого электродвигателя вспомогательных машин включают демпферные резисторы или пусковые панели.

Демпферные резисторы включают последовательно в цепь двигателя в течение пуска и всего времени последующей его работы. Их применяют при сравнительно небольших мощностях вспомогательных машин, а также при частых пусках двигателей (например мотор-компрессоров). При большой мощности вспомогательных машин оставлять включенными резисторы после пуска и разгона неэкономично, так как в них теряется часть электрической энергии.

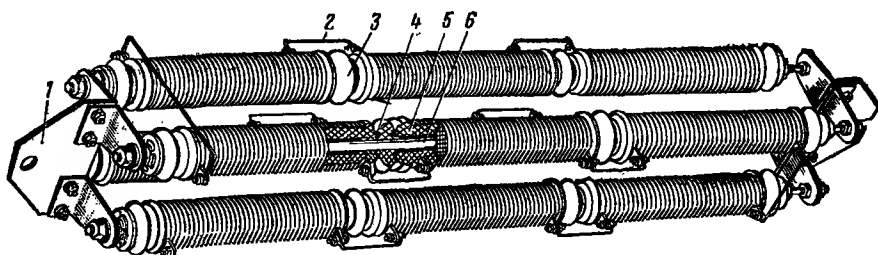


Рис. 161. Резистор вспомогательных цепей из элементов СР-3

В этом случае в цепь вспомогательной машины включают пусковую панель, состоящую из резистора и контактора МКП-23, закорачивающего весь резистор или его часть после пуска и разгона машины.

Резисторы ПП. На электровозах ВЛ10, ВЛ8 и ВЛ23 применяют резисторы ПП (рис. 161), составленные из секций резисторов СР-3.

Секция резистора СР-3 состоит из фарфорового цилиндра 5 с винтообразной канавкой по наружному диаметру, в которую укладывают проволоку с высоким омическим сопротивлением, обычно фехралевую. Элементы собирают на шпильках 6, укрепляемых на держателях 1. Один элемент от другого дополнительно изолируют фарфоровыми изоляторами 3, между которыми прокладывают резиновые шайбы 4. Элементы соединяют между собой электрически медными перемычками 2. В зависимости от сопротивления, диаметра проволоки, числа витков, шага намотки и других параметров элементы СР-3 разделяют по номерам. Эти элементы в зависимости от необходимого сопротивления соединяют между собой последовательно и параллельно.

Резисторы ПЭВ. В электрических цепях при небольших мощностях включают трубчатые проволочные эмалевые влагостойкие резисторы ПЭВ в качестве добавочных или регулирующих резисторов. Каждый элемент резистора состоит из гладкой фарфоровой или стеатитовой трубки 1 (рис. 162), на которую наматывают про-

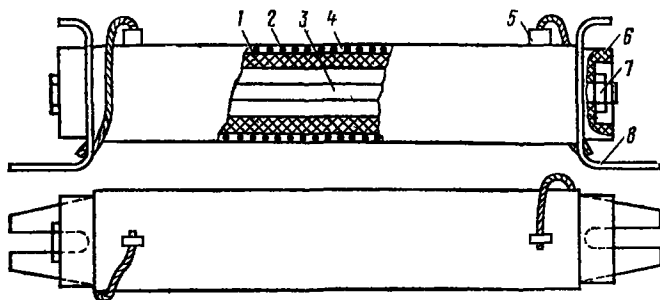


Рис. 162. Проволочный эмалевый резистор ПЭВ

волоку 2 с большим сопротивлением и заливают сверху стекловидной эмалью 4, предохраняющей проволоку от окисления, сдвига и разматывания при обрыве. Концы проволоки припаявают к зажимам 5, соединенных с лапками 8. Трубка 1 и лапки 8 стянуты шпилькой 3 и гайкой 7 через фарфоровые шайбы 6. Элементы ПЭВ имеют различные сопротивления — от 1 до 10 000 Ом — и рассчитаны на разные мощности. На электровозах применяют элементы ПЭВ-100, ПЭВ-75, ПЭВ-50, ПЭВ-15 (число указывает мощность резистора в Вт).

Элементы собирают на специальных панелях и соединяют последовательно по несколько штук для получения нужного сопротивления.

§ 44. Переключатель двигателей вентиляторов и разъединитель вспомогательных цепей

При работе тяговых двигателей с большими нагрузками и высокой температуре окружающего воздуха требуется интенсивное их охлаждение. В тех же случаях когда двигатели нагружены не полностью и при низких температурах воздуха, охлаждение двигателей можно делать менее интенсивным. Количество охлаждающего воздуха, проходящего через тяговые двигатели и пусковые резисторы, зависит от частоты вращения ротора вентилятора.

На отечественных грузовых электровозах имеются две частоты вращения роторов за счет включения двух мотор-вентиляторов последовательно или параллельно.

С одного соединения на другое двигатели вентиляторов переключают переключателем мотор-вентиляторов ПШ-5, имеющим два положения. Переключатель устанавливают в положение высокой или низкой частоты до включения двигателей под напряжение. Поэтому при срабатывании переключателя ток не разрывается и нет необходимости в дугогасительных устройствах.

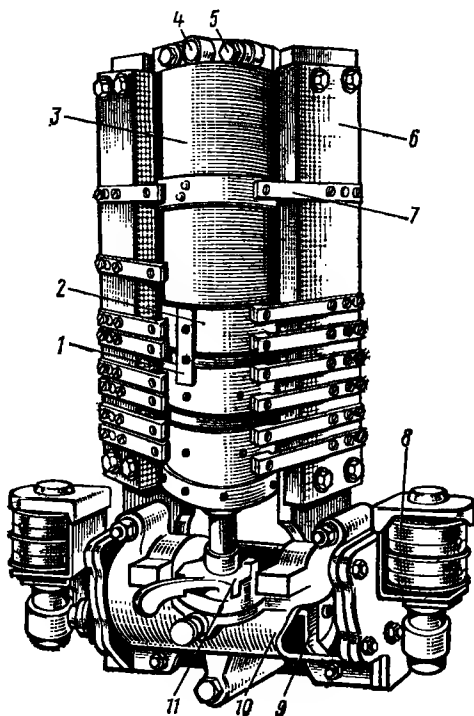


Рис. 163. Переключатель мотор-вентиляторов ПШ-5

На двух изоляционных стойках 6 (рис. 163) укреплены контактные пальцы 7: три верхние (два на левой стойке и один на правой) включают в силовую цепь двух двигателей вентиляторов, остальные 12 пальцев включены в цепи управления. Пальцы касаются медных 1 или фибровых 2 сегментов, укрепленных на бакелитовом барабане 3. В каждом из двух положений барабана через медные сегменты замыкаются соответствующие контактные пальцы, собирая нужную схему соединения двигателей вентиляторов, генераторов тока управления, сидящих на валу мотор-вентиляторов и других цепей.

Переключатель имеет электропневматический привод, состоящий из цилиндра 10, внутри которого находятся два поршня 9, соединенные между собой штоком. В левую и правую полости цилиндра сжатый воздух подают через свой электромагнитный вентиль 8 включающего типа. Шток поршней через палец и сухарь соединен с поводком 11 барабана. При перемещении системы поршней барабан поворачивается и переключает электрические цепи. Барабан вращается в подшипниках 5, смазываемых из масленки 4.

На электровозе ВЛ23 в отличие от других электровозов оба мотор-вентилятора включают одним контактором. В связи с этим установленный на нем переключатель вентиляторов ПШ-7, конструктивно аналогичный ПШ-5, имеет 4 силовых, 11 пальцев цепи управления и измененную развертку барабана.

Контактные пальцы переключателя рассчитаны на ток 35 А при нажатии их на сегменты с силой 2—3 кгс. Масса переключателя 27,9 кг.

§ 45. Электрические печи

Электрическими печами обогревают кабины машиниста в холодное время. В каждой кабине электровоза установлено шесть или восемь печей ПЭТ. В качестве нагревательных элементов в печи использованы восемь трубок 3 (рис. 164), внутри которых находятся спирали 2 из проволоки с высоким сопротивлением, запрессованные в кварцевой песок 1. Трубки укреплены на двух фарфоровых изоляторах 4, находящихся внутри стального перфорированного корпуса 6. По торцам корпус закрыт крышками 5.

Внутри печи трубки соединены последовательно. Такая печь рассчитана на напряжение 750 В и имеет мощность 1 кВт при токе 1,33 А. На электровозе четыре печи соединены последовательно и их подключают под напряжение контактной сети 3000 В. На это напряжение рассчитаны и фарфоровые изоляторы.

Печи установлены на стенках кабины машиниста или на полу и к их кожухам возможно прикосновение человека. Чтобы предотвратить попадание людей под высокое напряжение, к изоляции печей предъявляют особые требования. Ее испытывают на электрическую прочность переменным током напряжением 9500 В (между спиралью и кожухом). Кроме того, при монтаже печей делают двойное заземление кожухов.

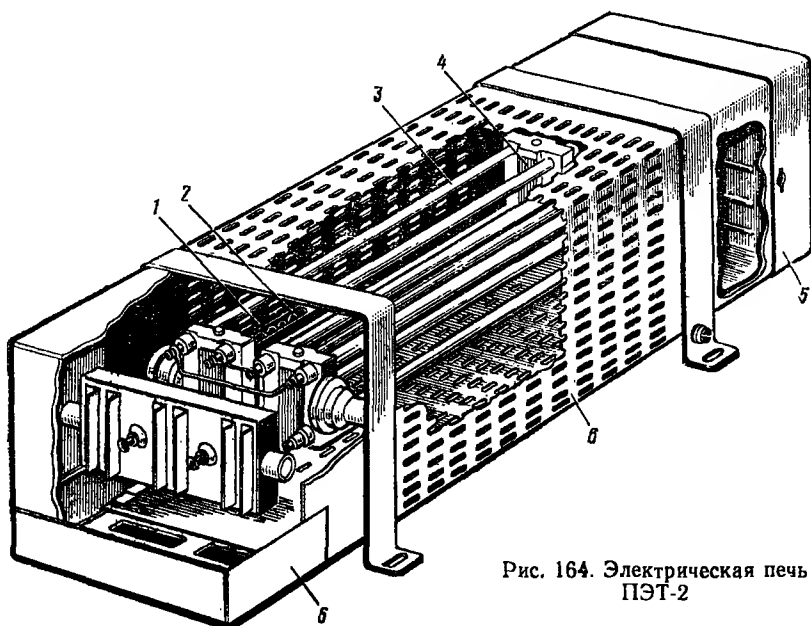


Рис. 164. Электрическая печь
ПЭТ-2

На электровозах ЧС2 для отопления кабин в холодное время применено калориферное отопление. Через электрические нагревательные элементы вентилятором продувают воздух, который нагревается и поступает в кабины машиниста.

АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ

§ 46. Общие сведения о защите электрических цепей электровоза

Электрическое оборудование электровозов рассчитано на работу при определенных условиях (напряжении, режимах, нагрузке и т. д.). При этих условиях обеспечивается их надежная работа с поездами. Для поддержания оборудования в работоспособном состоянии выполняют необходимые осмотры и ремонты и ухаживают за ним в эксплуатации. Но даже при соблюдении всех этих условий в электрооборудовании могут появиться такие опасные режимы, которые, если их не устранить, приведут к повреждению оборудования. Наиболее опасными являются возникновения коротких замыканий в цепях, перенапряжения, перегрузки тяговых двигателей и вспомогательных машин, буксование колесных пар.

При возникновении короткого замыкания по цепи протекает ток, в несколько раз превышающий допустимую величину. Если цепь своевременно не будет отключена, то машины или аппараты будут выведены из строя. Для разрыва силовых цепей тяговых двигателей электровоза при коротких замыканиях применяют быстродействующие выключатели. В том случае когда возникает неполное короткое замыкание и ток не достигает уставки быстродействующего выключателя, срабатывает дифференциальное реле, воздействующее на быстродействующий выключатель, который и разрывает электрическую цепь.

Силовую цепь вспомогательных машин на ряде электровозов ВЛ10 при коротких замыканиях разрывают малогабаритным быстродействующим выключателем. На остальных электровозах эти цепи защищают высоковольтными предохранителями, которые перегорают под действием тока короткого замыкания. При неполных коротких замыканиях срабатывает дифференциальное реле, включенное в вспомогательные цепи, которое воздействует на малогабаритный быстродействующий выключатель или на контактор вспомогательных цепей КВЦ-2.

На чехословацких электровозах дифференциальное реле цепи вспомогательных машин воздействует на отключение быстродействующего выключателя, защищающего тяговые двигатели и вспомогательные машины. В случае перегрузки тягового двигателя или вспомогательной машины срабатывает соответствующее реле перегрузки, которое или подает сигнал машинисту или воздействует на быстродействующий выключатель или контактор.

В силовых цепях электровоза и в контактной сети могут возникать перенапряжения при разрыве цепи (коммутационные перенапряжения) или при грозовых разрядах (атмосферные перенапряжения). Эти перенапряжения возникают кратковременно, но имеют очень большой потенциал относительно земли, в несколько раз превышающий номинальное напряжение. Для снижения этих перенапряжений применяют вилитовые разрядники.

На отдельных участках контактной сети и на электровозах иногда могут возникать более длительные отклонения от номинального напряжения, выходящие за допустимые значения. В этом случае на электровозе срабатывают реле повышенного или реле пониженного напряжения. Кроме того, на электровозах установлены различные реле (реле оборотов преобразователей, реле буксования, реле контроля защиты и т. д.), реагирующие на отклонения от нормальных режимов работы.

§ 47. Быстродействующие выключатели силовых цепей тяговых двигателей

Общие сведения. В отличие от обычных автоматических выключателей быстродействующие выключатели очень быстро разрывают цепь при коротком замыкании, практически до достижения током установившегося значения.

При возникновении короткого замыкания в цепи, содержащей индуктивность (обмотки тяговых двигателей), ток I (рис. 165) возникает не мгновенно, а нарастает в течение некоторого времени — обычно долей секунды. Время t_1 или t'_1 требуется для достижения тока уставки, при котором автомат или быстродействующий выключатель начнет отключаться. Это время не зависит от аппарата, а определяется индуктивностью цепи. Время t_2 или t'_2 от достижения тока уставки до момента расхождения контактов называется собственным временем срабатывания выключателя. Это время зависит от конструкции выключателя. У обычного автомата это время t'_2 составляет сотые доли секунды, а у быстродействующего выключателя $t_2 = 0,0015 \div 0,003$ с, т. е. значительно меньше, чем у автомата. В течение времени t_3 или t'_3 гасится дуга. Это время зависит от тока к. з. и мощности дугогасительной системы выключателя.

Общее время отключения тока у обычного автомата равно $0,25 \div 0,5$ с, а быстродействующего выключателя $0,01 \div 0,05$ с, т. е. в 10—25 раз меньше. За счет этого быстродействующий выключатель разрывает ток раньше, чем он достигнет установившегося значения. В этом случае облегчаются разрыв цепи и гашение дуги.

Быстродействующий выключатель БВП-5. Он состоит из следующих основных узлов: корпуса, контактного устройства, включающего механизма, электромагнитного удерживающего устройства, дугогасительной системы и механизма блокировок.

Принцип работы. Неподвижный контакт 16 (рис. 166) через дугогасительную катушку 17 соединен с цепью токоприем-

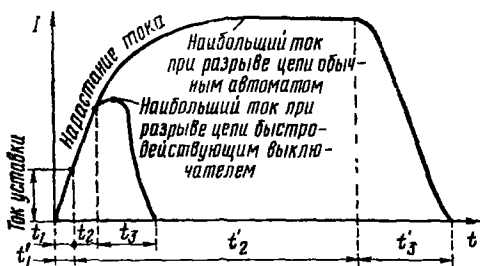


Рис. 165. Изменение тока при коротком замыкании

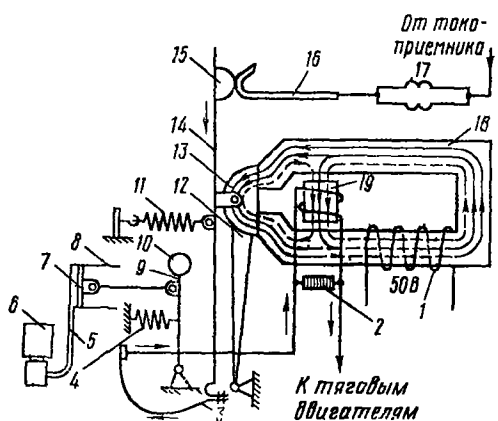


Рис 166 Схема работы быстродействующего выключателя БВП-5

ми), держит якорь 13 в притянутом положении, противодействуя пружинам 11. Если выключить удерживающую катушку, то магнитный поток в магнитопроводе 18 будет уменьшаться и под действием пружин 11 подвижная система с контактом 15 перейдет в отключенное состояние. Следовательно, якорь удерживается в притянутом положении за счет электромагнитных сил удерживающей катушки. Через сердечник 19 замыкается часть магнитного потока, наводимого удерживающей катушкой. Размагничивающий виток включен в силовую цепь тяговых двигателей. Под действием тока силовой цепи размагничивающий виток наводит свой магнитный поток, замыкаемый с правой стороны через магнитопровод 18 и с левой стороны через якорь 13 (на рисунке этот поток показан штриховыми линиями). В правой части этот поток совпадает с магнитным потоком удерживающей катушки, а в зоне якоря направлен встречно и ослабляет его, размагничивая систему. При коротком замыкании в силовой цепи ток увеличивается, магнитный поток, наводимый размагничивающим витком, возрастает, размагничивая еще больше систему в зоне якоря. Магнитопровод в зоне якоря, якорь и сердечник размагничивающего вит-

ника. Подвижной контакт 15, укрепленный на контактном рычаге 14, соединен с цепью тяговых двигателей. Это соединение осуществлено следующим образом: рычаг 14 через гибкий шунт 3 связан с шиной, соединенной с параллельно включенными размагничивающими витками сердечника 19 и индуктивным шунтом 2. Рычаг 14 шарнирно связан со стальным якорем 13, который скреплен с якорным рычагом 12. Система якорного и контактного рычагов под действием двух выключающих пружин 11 находится в выключенном положении.

На магнитопроводе 18 находится удерживающая катушка 1. Во включенном положении быстродействующего выключателя магнитный поток, наведенный этой катушкой (на рисунке этот поток показан сплошными линиями со стрелка-

ка шихтованные, они набраны из листов электротехнической стали для резкого снижения времени изменения магнитного потока, от которого зависит время срабатывания быстродействующего выключателя. Остальная часть магнитопровода — сплошной стальной сердечник, в котором из-за задерживающего действия вихревых токов магнитный поток изменяется медленнее. Если магнитный поток в зоне якоря уменьшается настолько, что сила выключающих пружин 11 окажется больше магнитных сил, то якорь 13 будет оторван от магнитопровода 18, рычаги 12 и 14 повернутся против часовой стрелки и контакты 15 и 16 разорвут электрическую цепь.

Быстродействующий выключатель срабатывает за ничтожное время из-за резкого уменьшения магнитного потока в зоне якоря, применения сильных выключающих пружин, отсутствия промежуточных звеньев между электромагнитной системой и контактами и малой массы подвижных деталей.

Ускорению срабатывания способствует также индуктивный шунт 2, обладающий большой индуктивностью и малым омическим сопротивлением. Его включают параллельно размагничивающему витку. Когда по силовой цепи идет неизменный по значению ток, он разветвляется обратно пропорционально омическим сопротивлениям цепей. При возникновении короткого замыкания ток в цепи быстро увеличивается и наводит в размагничивающем витке и в шине индуктивного шунта э. д. с. самоиндукции, значение которой зависит от индуктивности цепи и степени изменения тока.

Так как индуктивный шунт обладает значительно большей индуктивностью, чем размагничивающий виток, в нем наводится большая э. д. с. самоиндукции, препятствуя прохождению тока. Через размагничивающий виток пройдет большая часть тока, вызывая ускоренное размагничивание магнитопровода в зоне якоря. При этом быстродействующий выключатель начнет раньше выключаться, уменьшая общее время разрыва цепи.

Быстродействующий выключатель БВП-5 автоматически за короткое время срабатывает при коротком замыкании только при определенном направлении тока — из контактной сети к пусковым резисторам и тяговым двигателям.

Если электровоз работает в режиме рекуперативного торможения, а тяговые двигатели — в генераторном режиме, то при коротком замыкании в контактной сети ток пойдет от тяговых двигателей к токоприемнику. В размагничивающем витке он создает поток, который в зоне якоря будет усиливать магнитный поток удерживающей катушки, и отрыва якоря не произойдет. Быстродействующий выключатель в этом случае не сработает. Поэтому его называют поляризованным, т. е. аппаратом, реагирующим на ток только определенной полярности.

Выключатель отключается также при разрыве цепи удерживающей катушки блокировочными контактами реле, включенными в ее цепь. Однако при этом время срабатывания из-за медленного уменьшения магнитного потока в сплошном (нешихтованном) магнитопровode значительно возрастает по сравнению с автоматиче-

ским отключением под действием тока размагничивающего витка. Магнитный поток удерживающей катушки при нормальных условиях работы способен удержать якорь в притянутом положении, но не может притянуть его при включении быстродействующего выключателя из-за большого воздушного зазора. Для включения аппарата служит электропневматический механизм включения, состоящий из воздушного цилиндра 8 с поршнем 7 электромагнитного вентиля 6, соединенного с цилиндром шлангом 5, включающего рычага 9 с роликом 10 и оттяжными пружинами 4.

Этапы включения. При отключенном состоянии поршень 13, а следовательно, и ролик 3 под действием пружин 12 занимают крайнее левое положение (рис. 167, а).

Включение быстродействующего выключателя начинают с подачи напряжения на удерживающую катушку 9 для создания магнитного потока в магнитопроводе 8. Это делают нажатием соответствующей кнопки. Затем нажатием второй кнопки возбуждают электромагнитный вентиль, через который сжатый воздух поступает в цилиндр 1. Поршень 13 начинает перемещаться вправо. Вместе с ним перемещается вправо ролик 3, так как рычаг 2 поворачивается по часовой стрелке, преодолевая действие пружин 12. Ролик 3 нажимает на контактный рычаг 5 и поворачивает его относительно точки А против часовой стрелки до упора нижним концом в якорный рычаг 10 (рис. 167, б). При дальнейшем движении поршня 13 и ролика 3 якорный и контактный рычаги поворачиваются относительно точки В, преодолевая действие пружин 4 до упора якоря 10

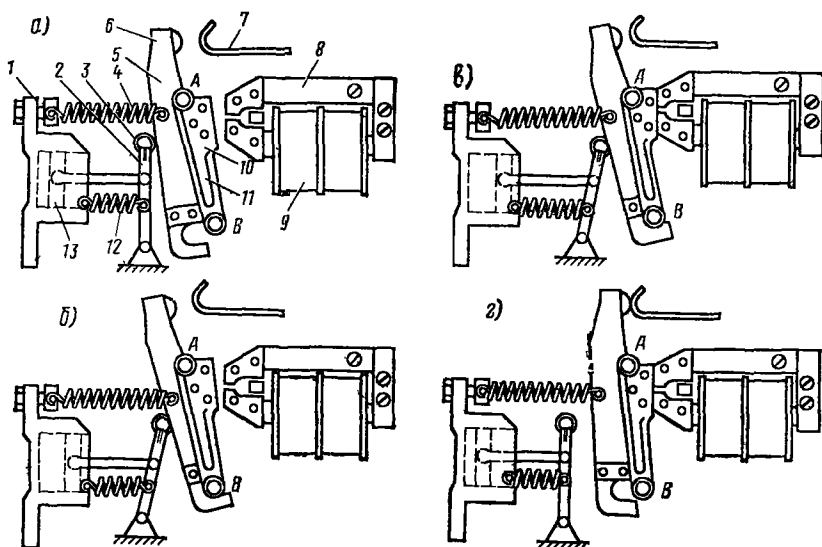


Рис. 167. Этапы включения быстродействующего выключателя БВП-5.

а — до включения, б — окончание поворота контактного рычага относительно валика А; в — соприкосновение якоря с магнитопроводом; г — замыкание контактов

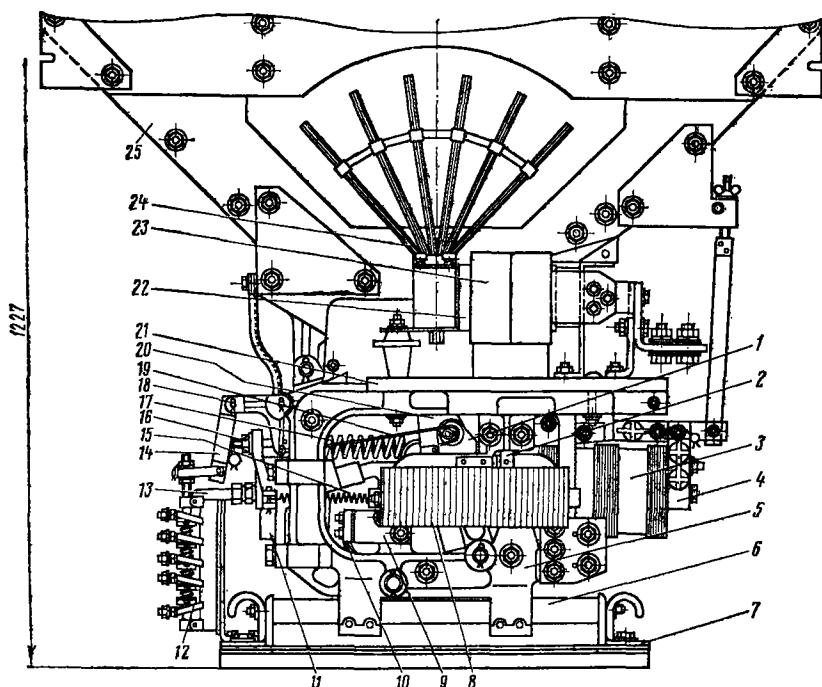


Рис. 168 Устройство быстродействующего выключателя БВП-5

в полюсы магнитопровода 8 (рис. 167, в). В этом положении силовые контакты 6 и 7 еще не замкнулись, но якорь удерживается магнитным потоком удерживающей катушки. После отпускания кнопки и прекращения питания вентиля, через который подавался сжатый воздух в цилиндр 1, этот воздух из цилиндра выходит, а включающий рычаг 2 вместе с поршнем 13 и роликом 3 смещается влево, освобождая контактный рычаг 5, который под действием отключающих пружин 4 поворачивается относительно точки А по часовой стрелке до замыкания контактов 6 и 7 (рис. 167, г). Следовательно, выключающие пружины 4 одновременно являются и контактными пружинами, создающими нажатие подвижного контакта на неподвижный.

Из процесса включения видно, что замыкание контактов быстродействующего выключателя происходит после выключения привода. Это делают для того, чтобы обеспечить срабатывание быстродействующего выключателя даже в том случае, когда он будет включен на короткое замыкание. Без такой связи между контактным и якорным рычагами быстродействующий выключатель включился бы при нажатии кнопки, подающей питание на вентиль, и в случае короткого замыкания в цепи он не мог бы отключиться до тех пор, пока не будет отпущена кнопка, ибо привод удерживал бы контакты в замкнутом положении.

Конструкция быстродействующего выключателя БВП-5. Все части быстродействующего выключателя укреплены на двух отлитых из алюминия боковых рамах 5 (рис. 168), которые опираются на изолированные миканитом стержни 6, укрепленные на уголках 7. Между рамами находится магнитопровод 4 с удерживающей катушкой 3. Якорный рычаг 1, шарнирно связанный с ним контактный рычаг 20, отключающие пружины 17 и оттяжные пружины 15 также находятся между рамами. Натяжение отключающих пружин регулируют болтом 16, который затем пломбируют, чтобы в эксплуатации не изменили их регулировку, влияющую на время отключения быстродействующего выключателя.

К нижней части контактного рычага крепят гибкие шунты 10, соединенные с шиной 9, идущей к размагничивающим виткам 2 и параллельно ему к индуктивному шунту 8. Размагничивающие витки представляют собой два витка медной шины, намотанных вокруг сердечника, входящего в зазор магнитопровода (см. рис. 166). Индуктивный шунт состоит из медной шины, на которую через изолирующую прокладку насажен пакет стальных листов, создающих большое индуктивное сопротивление цепи.

Вторые концы размагничивающих витков и индуктивного шунта подведены к выводной шине, к которой присоединяют провода, идущие в цепь тяговых двигателей. Подвижные части вместе с рамой и системой включения связаны с подвижным контактом и при включенном положении находятся под высоким напряжением. Электромагнитный вентиль и система блокировок 12 включаются

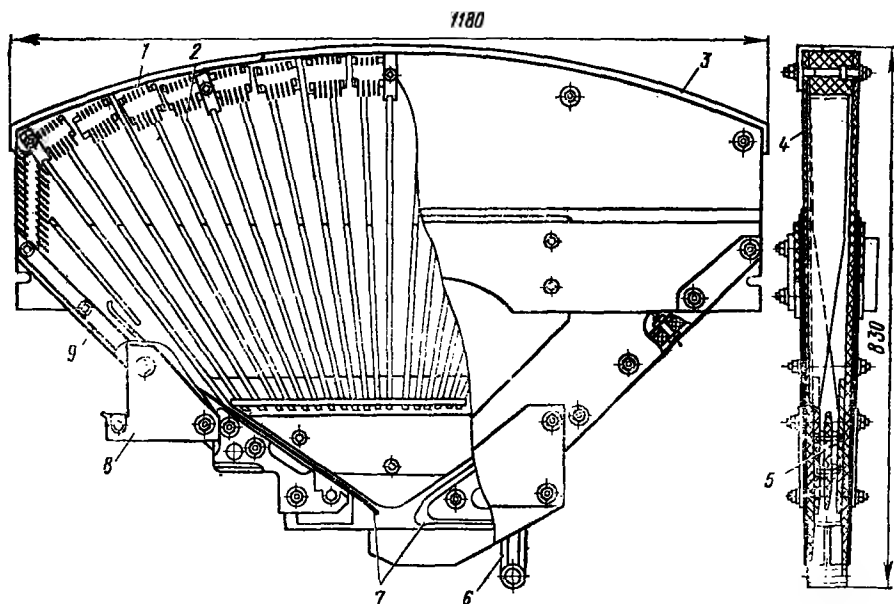


Рис. 169. Дугогасительная камера БВП-5

под напряжение цепей управления, и на них не должно попадать высокое напряжение. Поэтому вентиль укрепляют на заземленные угольники, а с цилиндром 11, находящимся под высоким напряжением, его соединяют через гибкий изолированный шланг 13. Панель блокировок 12 также крепят к заземленным угольникам. На подвижные контакты блокировок мостикового типа, срабатывающих при включении быстродействующего выключателя, воздействует контактный рычаг через тягу 19, двуплечий рычаг 18 и изоляционную тягу 14.

На рамах сверху укреплена гетинаксовая плита 21, к которой крепят дугогасительную систему, состоящую из магнитопровода 22 с дугогасительными катушками 23 и веерообразными полюсами 24 дугогасительной камеры 25. На рис. 169 дугогасительная камера показана с противоположной стороны. Она состоит из асбестоцементных стенок 4, к которым приклеены асбестоцементные перегородки 2, расходящиеся лучами и образующие при сборке камеры лабиринт. В зоне контактов камера сужена, а к верхней части расширяется. Для ускорения прохождения дуги входную щель делают уже за счет асбестоцементной вставки 5. Дуга горит между дугогасительными рогами 7, из которых один соединен с неподвижным контактом, а второй со стальным шарниром 6 и через него с подвижным контактом. По мере удаления от контактов дуга растягивается, удлиняется и гаснет. В верхней части камеры установлены деионные решетки 1, представляющие собой набор стальных пластин на изолированной гребенке.

Деионные решетки служат для охлаждения и деионизации газов и предотвращения выброса плазмы из камеры. При разрыве больших токов дуга дойдет до деионных решеток, разобьется на ряд коротких дуг, охладится о стальные пластины и погаснет. Деионные решетки предохраняются от выпадания держателем 3 из стеклопластика.

С торцов камера закрыта асбестоцементными планками 9. При установке камеры контакты, имеющие толщину 33 мм, оказываются под вставкой 5 в непосредственной близости от дугогасительных рогов, на которые дуга переходит с контактов. Для осмотра контактов дугогасительная камера может быть наклонена поворотом на шарнире 6. Для поворота необходимо ослабить крепление камеры, состоящее из планки с винтом и барашком, который захватывает камеру за выступ 8.

Регулирование тока уставки. Быстродействующий выключатель регулируют на ток уставки при токе в удерживающей катушке 7 (рис. 170), равном 1,18 А, и прилегании якоря к полюсам магнитопровода по площади не менее 75%. Площадь прилегания проверяют отпечатком на бумаге. Если она оказалась недостаточной, то якорь пришабривают.

Вначале при замкнутых контактах регулируют их нажатие изменением натяжения выключающих пружин регулировочным болтом и устанавливают нажатие не менее 22 кгс. В этом положении регулировочный болт пломбируют. Затем силовую цепь выключа-

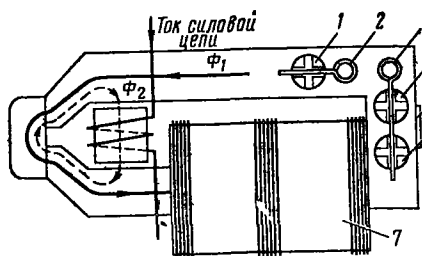


Рис. 170. Регулирование тока уставки

теля подключают к многоамперному низковольтному (6—12 В) агрегату и изменением положения трех регулировочных винтов 1, 4 и 6 на магнитопроводе удерживающей катушки добиваются отключения при нужном токе (токе уставки).

При вывернутых винтах сечение магнитопровода за счет отверстий меньше, чем при за-

вернутых винтах, следовательно, и магнитный поток Φ_1 удерживающей катушки будет также меньше. Этот поток в зоне якоря может быть размагничен меньшим потоком Φ_2 , а следовательно, и током размагничивающих витков, т. е. отключение наступит при меньшем токе в силовой цепи. Таким образом, вывертывание регулировочных винтов приводит к меньшим токам срабатывания. Для увеличения тока винты ввертывают в тело магнитопровода. Около винтов установлена пластина 5 с делениями в амперах. Деление против уровня головной части винта ориентировочно указывает на ток уставки.

После регулирования тока уставки в шлицы регулировочных винтов вставляют фиксирующие планки 2 и 3 и пломбируют.

Особенности конструкции быстродействующего выключателя БВП-3. Он аналогичен по конструкции быстродействующему выключателю БВП-5, но отличается дугогасительной системой.

На гетинаксовой плите 8 (рис. 171) установлен неподвижный контакт 4, к которому подходят концы двух дугогасительных катушек 5 (ближайшие катушка и магнитопровод на рисунке отрезаны), навитых по спирали из толстой медной шины с зазором относительно сердечника 6. В зоне неподвижного и подвижного 2 контактов магнитопровод имеет полюсы 3, между которыми установлена дугогасительная камера. С левой стороны она имеет кронштейн 10, через валик соединенный с проушинами 1 рам, а с правой — опирается на колодку 7 и стягивается тягой 9 с барашком. По своей форме камера этого быстродействующего выключателя отличается от камеры БВП-5. Она — прямоугольная, лабиринтная, уширяющаяся кверху, с деионными решетками. Принцип ее работы тот же, что и у БВП-5. В связи с тем, что контакты у БВП-3 значительно уже — всего 10 мм, в камере около контактов нет вставки.

Быстродействующий выключатель 12НС. Он отличается по конструкции от рассмотренных выше быстродействующих выключателей. Подвижной контакт 1 (рис. 172) замыкается с неподвижным 3 под действием электропневматического привода. В цилиндре 16 привода находится поршень 14, отжимаемый вниз пружиной 15. Через ось 11 поршень соединен с фигурным штоком 8, который пружиной 10 прижимается к ролику 17. Шток через тягу 9 и двуплечий

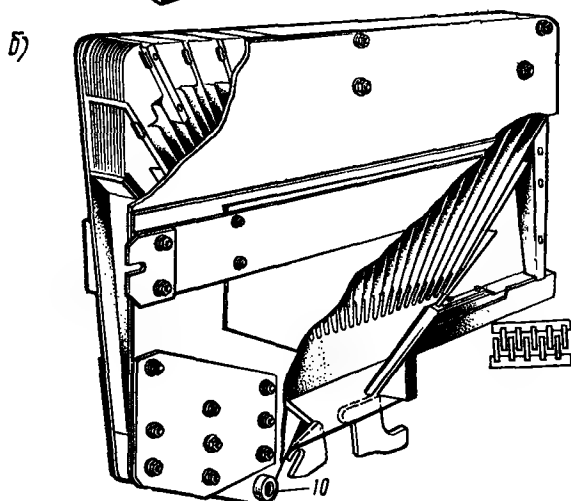
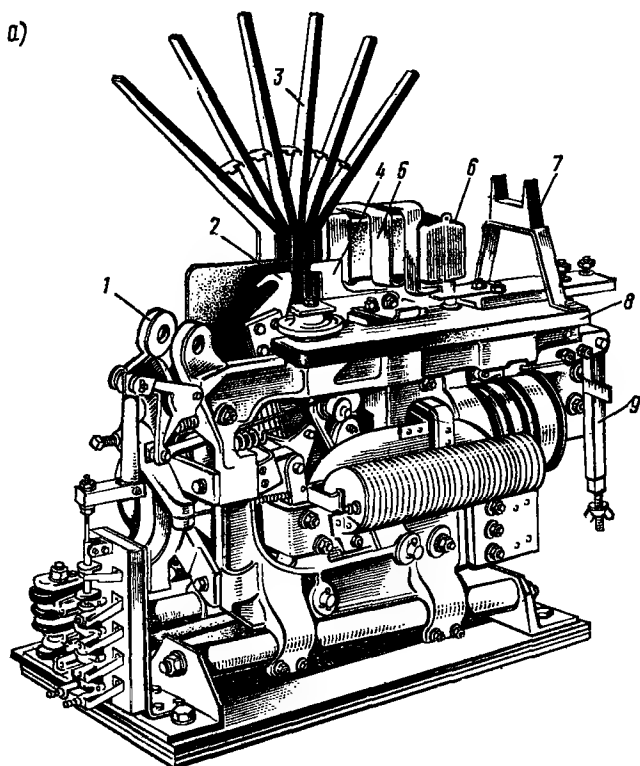


Рис. 171. Быстродействующий выключатель БВП-3:
 а — общий вид; б — дугогасительная камера, справа внизу сечение
 камеры

рычаг соединен с якорем системы удерживающего электромагнита 12.

При возбуждении катушки удерживающего электромагнита якорь опустится и тяга 9 оттянет шток 8 от ролика 17. Возбужденный одновременно с катушкой удерживающего электромагнита электромагнитный вентиль 13 подает сжатый воздух в цилиндр под поршень, который, преодолевая действие пружины 15, начнет подниматься. Выступ штока упрется в ролик 7 двуплечего рычага 6 и начнет поворачивать рычаг по часовой стрелке. При этом рычаг будет двигать изоляционную тягу 5, защелку 19 с храповиком 20 и подвижным контактом 1 вправо, сжимая регулировочную пружину 18 и выключающую пружину 2. Контакты 1 и 3 замкнутся. Сила их нажатия зависит от натяжения пружины 18, ее регулируют болтами 4. С поршнем 14 связано также блокировочное устройство. В случае выключения быстродействующего выключателя вручную или при размыкании цепи катушки вентиля и удерживающего электромагнита блокировками дифференциальных реле тяговых двигателей или вспомогательных машин, реле перегрузки тяговых двигателей или цепи отопления поезда якорь удерживающего электромагнита отходит вверх и тяга 9 прижимает шток 8 к ролику 17, освобождая двуплечий рычаг 6. Под действием сильной пружины 2 вся подвижная система с контактом 1 отбрасывается в отключенное положение. Воздух из цилиндра 16 будет выходить через вентиль 13 и под действием пружины 15 поршень опустится в нижнее положение. Несмотря на медленное перемещение вниз поршня со штоком, силовые контакты размыкаются быстро благодаря разъединению подвижной системы контакта от пневматического привода.

При возникновении в силовой цепи тока короткого замыкания, превышающего по значению ток уставки, срабатывает автоматиче-

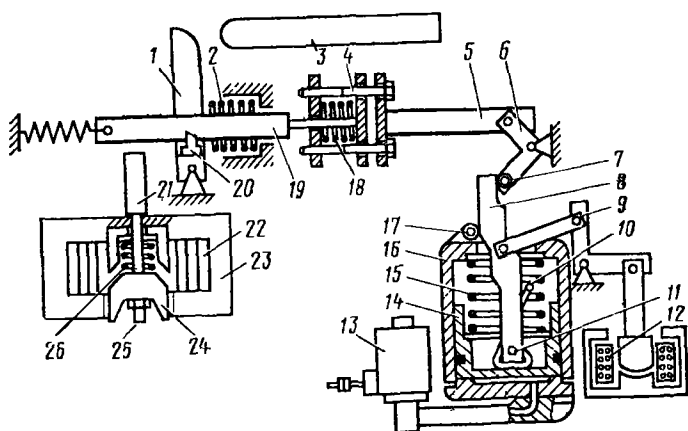


Рис 172. Схема работы быстродействующего выключателя 12НС

ская отключающая система быстродействующего выключателя, состоящая из катушки 22, по которой идет ток силовой цепи электроваз, магнитопровода 23, якоря 24, штока 21 и пружины 26. При токе в катушке 22, меньшем тока уставки, якорь 24 и шток 21 находятся в нижнем положении и не влияют на контактную систему. Если же ток в цепи превысил ток уставки, якорь притягивается вверх, преодолевая действие пружины 26, и шток 21 выбивает защелку 19 из зацепления с храповиком 20. Подвижной контакт под действием пружины 2 резко вводится в выключенное положение. Ток уставки быстродействующего выключателя регулируют болтом 25, изменяющим зазор между магнитопроводом и якорем. Возникающая при разрыве цепи дуга гасится в дугогасительной камере. Схема дугогашения приведена на рис. 173. В зоне контактов 13 и 15 имеются две дугогасительные катушки 14 с магнитопроводом и полюсами. К этим катушкам ток подводится через катушку электромагнита 11. К подвижному контакту они подключены через гибкие шунты 12. При разрыве цепи дуга вначале горит между контактами (линия I). С контактов дуга переходит под действием электромагнитного дутья и восходящих потоков нагретого ею воздуха на дугогасительные рога 1 и 10 (линия II). Двигаясь

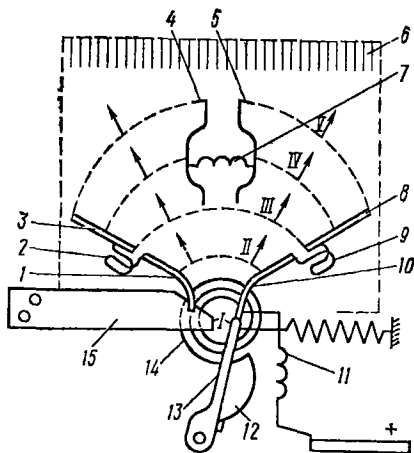


Рис. 173. Схема дугогашения быстродействующего выключателя 12НС

Таблица 13

Показатели	Характеристики быстродействующего выключателя		
	БВП-5	БВП-3	12НС
Серия электроваза	ВЛ10	ВЛ8, ВЛ23	ЧС2, ЧС2 ^т
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000
Ток длительного режима, А	1850	1360	1800
Ток уставки, А	3050—3200	2450—2600(ВЛ8), 1950—2100(ВЛ23)	2500—2700
Максимально разрываемый ток при напряжении 4000 В и индуктивности цепи 5—7 мГ, А	13 600	—	—
То же при напряжении 3000 В, А	—	10 000	—
Ток блокировочных контактов, А	10	10	6
Нажатие силовых контактов, кгс, не менее	22	22	57—63
Разрыв силовых контактов, мм	35—40	36—41	23,4—28,6
Масса, кг	228	213	231

далее и удлиняясь, дуга переходит с этих рогов на рога 3 и 8. Между рогами 1 и 3 включена вспомогательная дугогасительная катушка 2, а между рогами 10 и 8 такая же вспомогательная катушка 9. При переходе дуги в положение линии III эти катушки оказываются включенными в цепь разрываемого силового тока. Образованный ими магнитный поток усиливает выдувание и удлинение дуги. Дуга, перешедшая в положение линии IV, встречает на своем пути малые дугогасительные рога 4 и 5, между которыми включена еще одна дугогасительная катушка 7. Дуга разделяется на две последовательно включенные дуги с дугогасительной катушкой 7 между ними. Магнитный поток этой катушки также способствует усилению дугогашения за счет выдувания и удлинения дуги (линия V). В верхней части камеры установлены деионные решетки 6.

Все части быстродействующего выключателя смонтированы на каркасе, представляющем собой сварную раму с двумя боковыми гетинаксовыми стенками и установленном на четырех фарфоровых изоляторах.

Технические данные быстродействующих выключателей. Основные характеристики быстродействующих выключателей приведены в табл. 13.

§ 48. Быстродействующие выключатели вспомогательных цепей

Быстродействующий выключатель БВЭ-ЦНИИ. На части электровозов ВЛ10 выпуска Тбилисского электровозостроительного завода вспомогательные цепи во время короткого замыкания отключаются быстродействующими выключателями БВЭ-ЦНИИ. Выключатель состоит из приводного механизма, дугогасительной камеры 2 (рис. 174) и трансформатора 5. Приводной механизм собран на алюминиевой раме 11, которая через пластмассовые изоляторы 13 опирается на основание 9. Малоподвижный контакт 4 имеет возможность поворачиваться под действием оттягивающего электромагнита 6 и противодействующей пружины. Подвижный контакт укреплен на якоре 12 магнитной системы, состоящей из магнитопровода 8 с секционированной катушкой управления 7 и размагничивающим витком 10.

Включать быстродействующий выключатель можно включением катушки 7 под напряжение цепи управления с помощью кнопки или вручную рукояткой 15; выключается он отключением катушки 7 или в случае прохождения по размагничивающему витку большого тока.

Образующаяся при разрыве электрическая дуга гасится в дугогасительной камере 2, в которую она входит под действием магнитного дутья, создаваемого дугогасительной катушкой, сидящей на магнитопроводе 3, который имеет полюсы 1. Принципиально дугогасительная система и камера 2 не отличаются от соответствующих узлов быстродействующих выключателей БВП-5 и БВП-3,

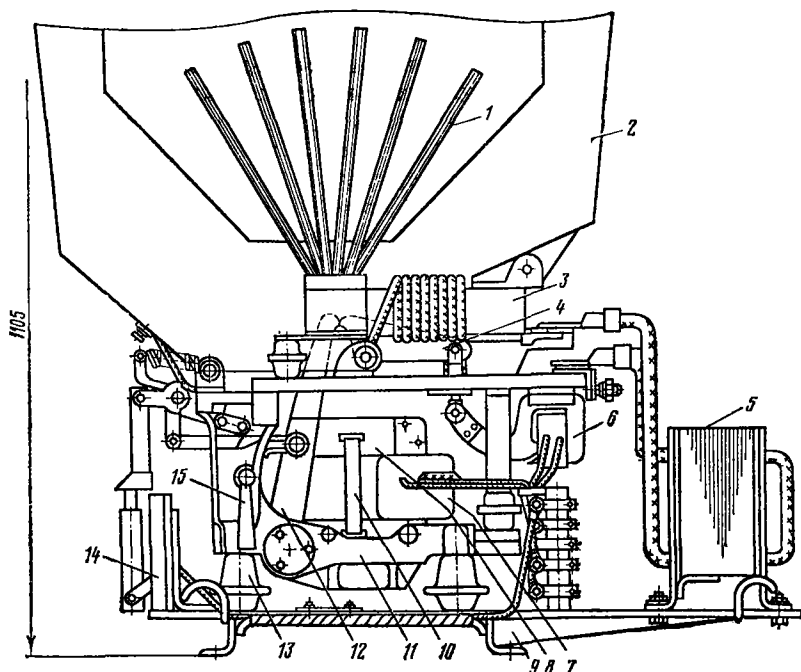


Рис. 174. Быстродействующий выключатель БВЭ-ЦНИИ вспомогательных цепей

но имеет другие размеры. Якорь 12 связан также с блокировочным устройством 14.

Принцип работы быстродействующего выключателя БВЭ-ЦНИИ следующий. Если подать питание от цепи управления, ток пройдет через добавочный резистор 13 (рис. 175) сопротивлением 25 Ом, катушку 1 трансформатора 10 и верхнюю часть 1 катушки 11. Однако быстродействующий выключатель не включится, так как создаваемый в магнитопроводе 12 поток недостаточен для притяжения якоря 2. Для включения быстродействующего выключателя нужно нажать кнопку А и подать питание на катушку 9 малоподвижного контакта 7 и параллельно ей на обмотку 11 трансформатора 10. Малоподвижный контакт под действием магнитных сил катушки 9 поворачивается против часовой стрелки, преодолевая действие пружины 8. Одновременно через верхние контакты блокировочного устройства 1 получает питание вся катушка управления 11 магнитопровода 12, магнитный поток возрастает и якорь 2 с подвижным контактом 5 притягивается к магнитопроводу, разжимая выключающую пружину 3. Из-за поворота малоподвижного контакта подвижной контакт с ним не замкнется. Притянутый к магнитопроводу якорь 2 вызовет размыкание блокировочных контактов и нижняя часть катушки управления 11 теряет питание. Однако якорь остается притянутым за счет тока в верхней

половине катушки, включенной последовательно с резистором 13 и обмоткой трансформатора 10.

После отпущения кнопки *А* разрывается цепь и теряет питание катушка *9* малоподвижного контакта и сам контакт под действием пружины *8* поворачивается до замыкания с подвижным контактом *5*. Цепь вспомогательных машин соединена с токоприемником через первичную обмотку трансформатора *10*, дугогасительную катушку *6*, контакты *7* и *5*, якорь *2* и размагничивающий виток *4*.

Быстродействующий выключатель сработает в том случае, когда в силовой цепи вспомогательных машин пойдет ток, превышающий ток уставки, или при разрыве цепи верхней части катушки управления.

В первом случае размагничивающий виток создает насыщение магнитопровода 12 (в зоне витка), вследствие чего возрастает его магнитное сопротивление и уменьшается поток. Сила пружины оказывается выше сил магнитного притяжения и якорь отходит влево. При резком увеличении тока в размагничивающем витке, вызванном коротким замыканием в силовой цепи, и резком снижении магнитного потока в магнитопроводе в катушке управления наводится э. д. с. самоиндукции и появляется ток, стремящийся задержать снижение магнитного потока. Это увеличивает собственное время срабатывания быстродействующего выключателя. Для сохранения времени срабатывания и применен трансформатор 10. Изменяющийся ток силовой цепи наведет во вторичных обмотках трансформатора э. д. с. Э. д. с. вторичной обмотки трансформатора 1, включенной последовательно с верхней частью 1 катушки управления 11, компенсирует всплеск э. д. с. самоиндукции этой катушки. Вто-

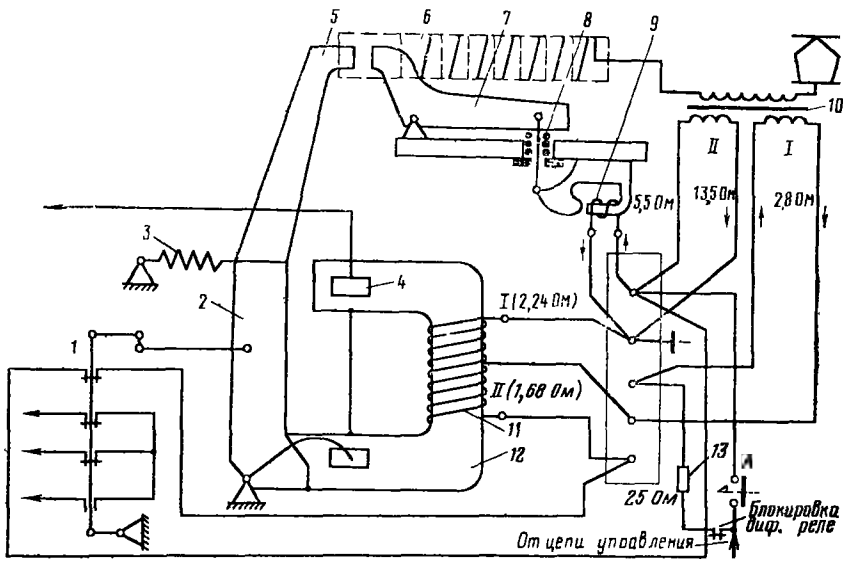


Рис. 175. Схема работы быстродействующего выключателя БВЭ-ЦНИИ

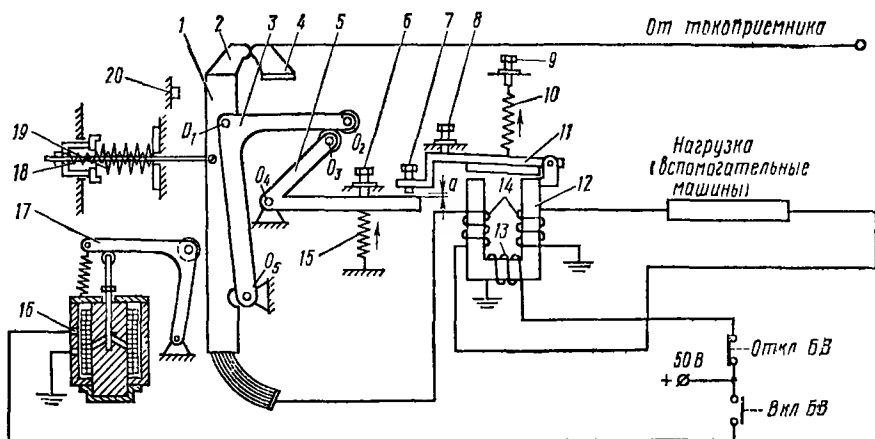


Рис. 176 Схема работы быстродействующего выключателя БВЗ-2

ричная обмотка *II* трансформатора включена параллельно катушке 9 малоподвижного контакта. В момент короткого замыкания за счет э. д. с. этой обмотки возбуждается катушка 9 и малоподвижный контакт отходит вправо, уменьшая собственное время срабатывания быстродействующего выключателя и увеличивая скорость расхождения контактов.

В связи с тем что насыщение магнитопровода в зонах размагничивающего витка не зависит от направления в нем тока, быстродействующий выключатель БВЭ-ЦНИИ является неполяризованным.

Во втором случае разрывается цепь питания катушки управления кнопкой или при срабатывании дифференциального реле.

Быстродействующий выключатель БВЗ-2. На ряде электровозов ВЛ10 установлены быстродействующие выключатели БВЗ-2 защелочного типа. Они по конструкции имеют принципиальные отличия от выключателей БВЭ-ЦНИИ. Неподвижный контакт 4 (рис. 176) соединен с цепью токоприемника. Подвижной контакт 2 укреплен на контактном рычаге 1, свободно вращающемся на валике O_1 двуплечего рычага 3. Средняя часть рычага 1 оттягивается влево — в сторону отключенного положения контактов силой выключающих пружин 18 и 19. Рычаг 3 имеет шарнир в точке O_5 , а на втором конце ролик, сидящий на оси O_2 . Этот ролик касается ролика на оси O_3 защелочного двуплечего рычага 5, вращающегося на оси O_4 . Второе плечо рычага 5 отжимается вверх пружиной 15 и имеет регулируемый ограничитель поворота 6.

Для включения быстродействующего выключателя нажимают кнопку *Вкл. БВ*, возбуждая электромагнитный привод 16 плунжерного типа. Якорь привода нажимает снизу на плечо изоляционного рычага 17. Своим роликом рычаг 17 нажимает на контактный рычаг

чаг 1 и поворачивает его, преодолевая действие пружин 18 и 19, вначале относительно оси O_1 до упора нижней частью в шарнир O_5 , а затем — оба рычага 1 и 3 относительно оси O_5 до заскока ролика рычага 3 за ролик рычага 5. При этом контакт 2 приближается к контакту 4, но не замыкается. После отпущения кнопки Вкл. БВ электромагнитный вентиль отключается, рычаг 17 под действием пружины отходит от рычага 1. Это вызывает поворот рычага 1 относительно оси O_1 под действием пружин 18 и 19 до замыкания контактов 2 и 4. Таким образом, за счет пружин 18 и 19 создается контактное нажатие и отключение контактов при срабатывании быстродействующего выключателя. Для уменьшения усилия электромагнитного привода 16 в первый момент включения, когда между плунжером и магнитопроводом еще есть большой зазор и, следовательно, сила притяжения плунжера невелика, подвижная система преодолевает действие только одной внутренней пружины 18 и только затем при уменьшении зазора у плунжера и увеличении электромагнитных сил в приводе вступает в работу наружная пружина 19. Такой порядок работы пружин позволяет уменьшить размеры и развиваемые силы электромагнитного привода.

Отключается быстродействующий выключатель при наведении магнитного потока в магнитопроводе 12 выключающего электромагнита. Под действием магнитного потока якорь 11 притягивается к магнитопроводу, растягивая пружину 10, и ударяет левым концом по рычагу 5. Этот рычаг поворачивается по часовой стрелке и его ролик освобождает ролик рычага 3. Рычаги 3 и 1 подвижным контактом поворачиваются против часовой стрелки до упора 20, разрывая силовую цепь. Этот поворот происходит под действием вначале обеих отключающих пружин 18 и 19, а в конце движения системы только под действием внутренней пружины 18.

Для создания магнитного потока выключающего электромагнита на его магнитопровод надеты три катушки: две катушки 14 силовой цепи и одна — 13 цепи управления. Быстродействующий выключатель работает в следующих случаях:

- при коротком замыкании в цепи вспомогательных машин при токе более 50 А, который будет проходить только по левой катушке 14;

- при перегрузке цепи и увеличении тока до 300 А за счет специально подобранного соотношения числа витков левой и правой катушек 14;

- при нажатии кнопки Откл. БВ за счет магнитного потока, создаваемого катушкой 13.

Образуемая при разрыве цепи дуга гасится дугогасительной системой, аналогичной быстродействующему выключателю БВЭ-ЦНИИ. Нажатие контактов регулируют натяжением пружин 18 и 19. Силу нажатия защелкивающих роликов регулируют винтом 6.

Ток уставки регулируют натяжением пружины 10 с помощью винта 9. Зазор у якоря выключающего электромагнита регулируют винтом 8, а зазор a между якорем и рычагом 5 — винтом 7.

Технические данные быстродействующих выключателей. Основные характеристики быстродействующих выключателей вспомогательных цепей электровозов следующие.

	БВЭ-ЦНИИ	БВЭ-2
Номинальное напряжение, В	3000	3000
Номинальный ток, А	150	150
Ток уставки, А	340—480	350
Нажатие силовых контактов, кгс	5—12	9—10
Разрыв силовых контактов, кгс	18—24	20—22
Масса, кг	96	—

§ 49. Контакторы вспомогательных цепей

Контактор МК-101. На ряде электровозов ВЛ10, не имеющих быстродействующих контакторов, в вспомогательных цепях установлены контакторы МК-101, которые разрывают цепь при коротких замыканиях под действием дифференциального реле.

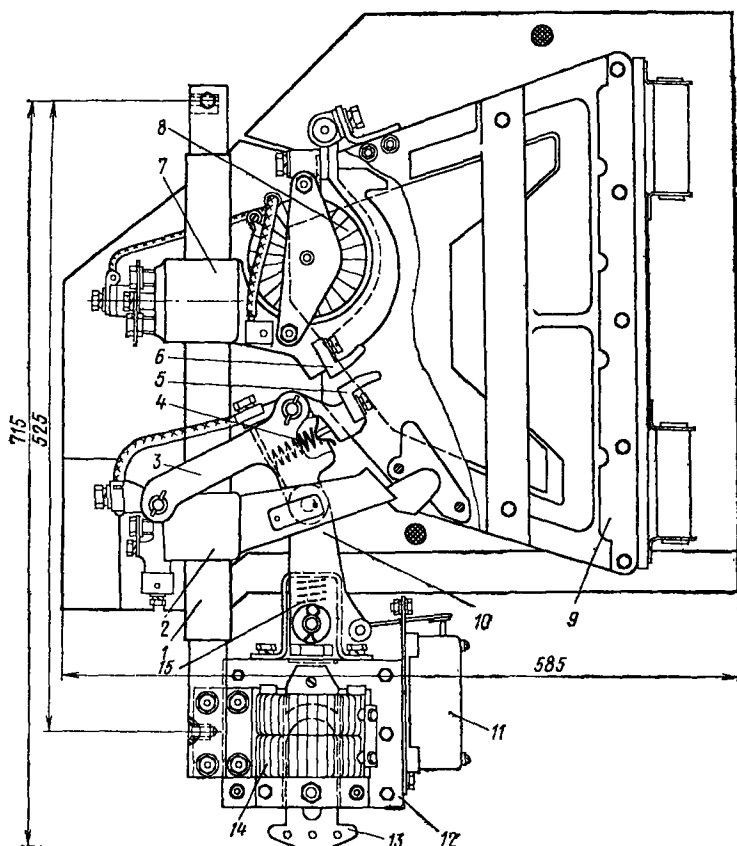


Рис. 177. Контактор вспомогательных цепей МК-101

Контактор состоит из двух одинаковых контакторных элементов, расположенных рядом. Контакты обоих контакторных элементов соединены последовательно и создают двойной разрыв цепи. Они имеют общий электромагнитный привод плунжерного типа. Каждый контакторный элемент укреплен на изолированном стержне 1 (рис. 177). На нем в верхней части укреплен кронштейн 7 неподвижного контакта 6 с дугогасительной катушкой 8. В средней части стержня находится кронштейн 2 подвижного контакта с контактным рычагом 3, контактом 5 и изоляционной тягой 10. Неподвижные контакты обоих контакторных элементов соединены между собой, а к кронштейнам 2 подвижных контактов подводят провода электрической цепи. При разрыве цепи каждая дуга выдувается в однощелевую дугогасительную камеру 9 с дугогасительной решеткой. Дуга горит между верхним и нижним рогами, удлиняется, охлаждается и гаснет.

Привод контактора состоит из ярма 12 и якоря 13, размещенного внутри катушки 14. Якорь соединен с нижней частью изоляционной тяги 10. При включении катушки под напряжение цепей управления якорь втягивается, преодолевая действие выключающей пружины 15, притирающей пружины 4 и веса подвижных частей, и замыкает контакты. Для удержания контактов в замкнутом положении достаточно иметь меньший ток в катушке 14. Поэтому для снижения нагрева катушки в ее цепь вводят резистор. Контактор имеет также блокировочное устройство 11 с контактами мостикового типа.

Контактор КВЦ-2. Электровозы ВЛ8 и ВЛ23 оборудованы аналогичными по устройству контакторами вспомогательных цепей КВЦ-2, отличающимися от МК-101 дугогасительной камерой и блокировочными контактами. Вместо однощелевых камер контактор КВЦ-2 имеет лабиринтно-щелевую камеру, унифицированную с камерами групповых переключателей и электропневматических контакторов.

Технические данные контакторов. Основные характеристики контакторов вспомогательных цепей следующие.

	МК-101	КВЦ-2
Номинальное напряжение, В	3000	3000
Номинальный ток, А	100	75
Нажатие силовых контактов, кгс	6,7—7,3	6,5—7,0
Разрыв силовых контактов, кгс	10—13	10—13
Номинальный ток блокировочных контактов, А	10	5
Масса контактора, кг	45	48,6

§ 50. Дифференциальная защита

Общие сведения. Большие токи короткого замыкания на электровозах автоматически отключают быстродействующие выключатели. Но бывают случаи, когда при неисправностях в электриче-

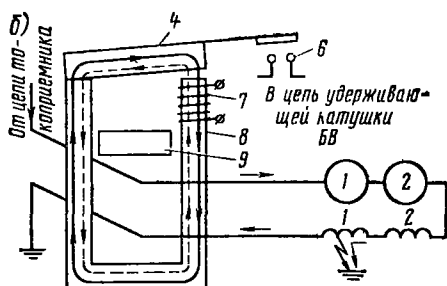
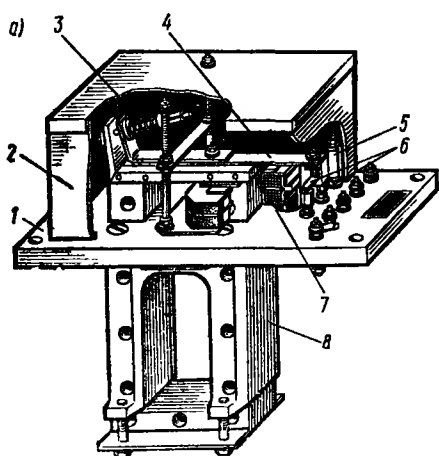


Рис 178 Дифференциальное реле Д-4:
а — общий вид, б — схема включения

ских цепях ток не достигает уставки быстродействующего выключателя. Это бывает при коротких замыканиях в тяговых двигателях с включенными пусковыми резисторами или при пробое изоляции тягового двигателя, включенного ближе к земле при последовательном или последовательно-параллельном соединении.

Если, например, при последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей на восьмиосном электровозе будет пробита изоляция двигателя, включенного около земли, то ток короткого замыкания пройдет от токоприемника через три исправных двигателя и через место короткого замыкания к земле. За счет действия суммарных э. д. с. этих трех тяговых двигателей ток короткого замыкания не достигнет уставки быстродействующего выключателя и цепь не будет отключена. Этот неотключенный ток, вызванный неисправностью какой-то детали двигателя, может привести к повреждению соседних деталей и узлов и к полному выходу из строя двигателя из-за чрезмерного нагрева или повреждения их электрической дугой.

Дифференциальная защита и служит для отключения аппаратов защиты — быстродействующих выключателей при малых токах короткого замыкания.

Дифференциальное реле Д-4. На электровозах ВЛ10, ВЛ8 и ВЛ23 в цепи тяговых двигателей и в цепи вспомогательных машин применены дифференциальные электромагнитные реле Д-4.

На изоляционной панели 1 (рис. 178, а) укреплен шихтованный магнитопровод 8, на который насажена катушка 7. Якорь 4 отжимается от магнитопровода пружиной 3, натяжение которой можно регулировать. Якорь соединен с блокировочными контактами 6. Верхняя часть реле закрыта кожухом 2. Под ним установлен также резистор 5.

Дифференциальное реле включают в работу подачей напряжения на катушку 7. За счет образовавшегося магнитного потока якорь 4 притягивается к магнитопроводу и замыкает блокировоч-

ные контакты. Для удержания якоря во включенном положении требуется меньший магнитный поток. Поэтому в цепь катушки включают резистор 5 сопротивлением 300 Ом. Через нижнее окно, образованное магнитопроводом 8 (рис. 178, б) и магнитным шунтом 9, прокладывают силовые провода защищаемой цепи. Один провод, по которому ток подходит к защищаемой цепи тяговых двигателей или вспомогательных машин, и другой провод — во встречном направлении, по которому ток уходит от них. При нормальной работе цепи токи в проводах одинаковы по значению и суммарный магнитный поток в магнитопроводе равен нулю. При коротком замыкании в защищаемой цепи по первому проводу пройдет больший ток, чем по второму, и за счет небаланса токов в магнитопроводе появится магнитный поток, показанный штриховыми линиями со стрелками. Этот поток направлен навстречу основному потоку удерживающей катушки, показанному на магнитопроводе сплошной линией со стрелками.

Снижение магнитного потока в магнитопроводе при небалансе токов выше допустимого вызовет срабатывание реле, так как сила пружины окажется больше магнитных сил и якорь отойдет от магнитопровода. Блокировочные контакты воздействуют на быстродействующий выключатель, который и разорвет цепь.

В случае возникновения короткого замыкания с большим током небаланса может произойти нарушение нормального срабатывания реле. Под действием этого тока магнитный поток уменьшится и реле сработает, однако до отключения цепи вследствие большого небаланса тока в магнитопроводе будет наведен большой поток обратной полярности, который может притянуть якорь и реле само восстановится раньше, чем успеет отключиться цепь. Для устранения таких случаев установлен магнитный шунт 9, через который после срабатывания реле будет замыкаться основная часть магнитного потока, наведенного током небаланса, так как зазоры в магнитном шунте меньше, чем у якоря, и реле не сможет само восстановиться.

Дифференциальное реле цепи тяговых двигателей регулируют на ток небаланса 100 А, оно вызывает срабатывание быстродействующего выключателя силовой цепи. Через окно дифференциального реле вспомогательных цепей каждый провод пропускают дважды, чтобы получить по два витка. Это реле регулируют на ток небаланса 50 А. При его срабатывании отключается быстродействующий выключатель вспомогательных цепей или контактор вспомогательных цепей.

Дифференциальные реле 15СВ и 17СВ. Электровоз ЧС2 оборудован дифференциальными реле, которые не имеют удерживающей катушки.

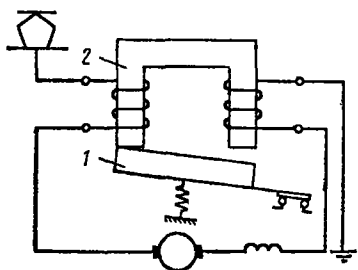


Рис. 179. Схема включения дифференциальных реле электровозов ЧС

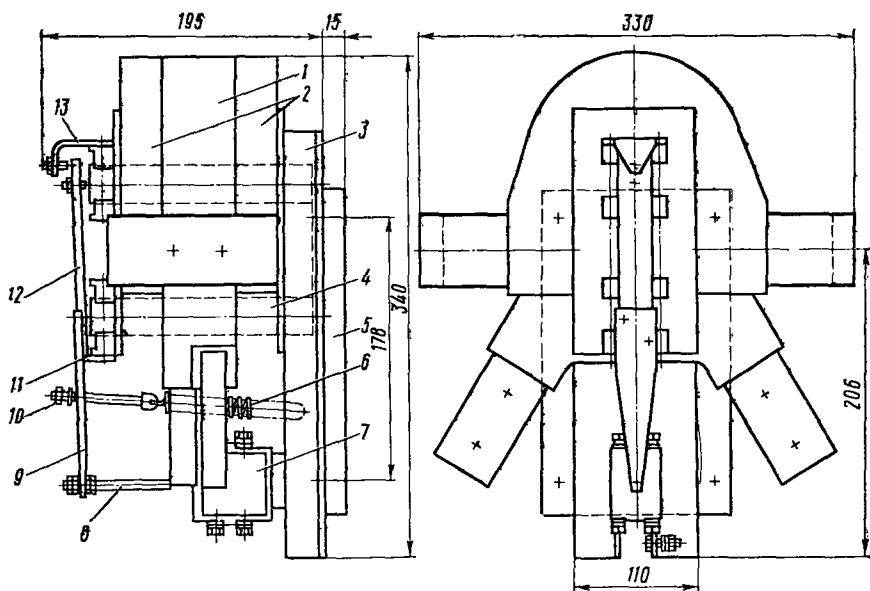


Рис. 180 Дифференциальное реле 15СВ

На магнитопроводе 2 (рис. 179) имеются две катушки: одна включена между токоприемником и защищаемой частью цепи, другая — между защищаемой частью и «землей». При нормальной работе якорь находится под действием отключающей пружины в нижнем положении. Ток небаланса вызывает притяжение якоря 1 и срабатывание реле.

В силовой цепи тяговых двигателей включено дифференциальное реле 15СВ. Катушки реле 1, 2 (рис. 180), имеющие по два витка медной шины, залиты эпоксидной смолой и укреплены на магнитопроводе 4 П-образной формы. Магнитопровод с помощью угольников 3 закреплен на изоляционной плите 5. Якорь 12, соединенный с планкой 9, поворачивается на призме 11. Планка 9 через тягу 8 соединена с блокировочным устройством 7. Подвижная система реле пружинной 6, имеющей регулировочное устройство 10, повернута против часовой стрелки до упора якоря в болт скобы 13. При нарушении баланса токов в катушках якорь притягивается к магнитопроводу и реле срабатывает, размыкая блокировочные контакты, которые вызывают отключение быстродействующего выключателя.

Дифференциальное реле 15СВ рассчитано на номинальный ток 1600 А и срабатывает при токе небаланса 120 А.

В цепи вспомогательных машин включено дифференциальное реле 17СВ аналогичной конструкции, но имеющее в каждой катушке по 20 витков медной шины меньшего, чем у 15СВ, сечения. Оно имеет номинальный ток 50 А и срабатывает при токе небаланса 5 А.

§ 51. Быстродействующие контакторы

Общие сведения. При рекуперативном торможении, когда тяговые двигатели работают в генераторном режиме, короткое замыкание приводит к резкому увеличению тока тяговых двигателей, нарушению их коммутации, образованию круговых огней по коллекторам и перебросам по изоляции. Для устранения этих неисправностей тяговых двигателей необходимо быстро снизить э. д. с. двигателей и отключить их от неисправной цепи. Для защиты тяговых двигателей при коротких замыканиях в режиме рекуперации на электровозах ВЛ10 и ВЛ8 применяют быстродействующие электромагнитные контакторы БК-2, а на электровозах ВЛ10 более поздних выпусков — быстродействующие контакторы БК-78Т.

Быстродействующий контактор БК-2. Все части контактора смонтированы на изолированном стержне 1 (рис. 181). Подвижный контакт 12 укреплен на нижнем кронштейне 27. Подвижной контакт 12 через ось 33 шарнирно установлен на верхнем кронштейне 2 и оттягивается вверх пружиной 6. Ее натяжение регулируют устройством 7, укрепленным на крестовине 8. Через валик 5 подвижной контакт соединен с якорем 4 магнитопровода 22. На

среднем стержне магнитопровода установлена катушка 32, кроме того, в нем имеется четыре отверстия 25, через которые пропущена шинка витков насыщения 23. Магнитопровод подвешен на кронштейне 2 через ось 33 и опирается на стержень через амортизатор 29. Для включения контактора нужно возбудить катушку 32. Якорь, преодолевая действие пружины 6, отойдет от амортизатора 14 вниз и контакты 12 и 15 замкнутся. При этом между якорем и ярмом еще остается зазор 2,5—4 мм. Дальнейшее притяжение якоря к магнитопроводу вызовет поворот магнитопровода 22 против часовой стрелки и отход его от амортизатора 29.

Якорь связан через шток 24 и текстолитовый стержень 28 с подвижными контактами блокировочного устройства 21, отжимаемы-

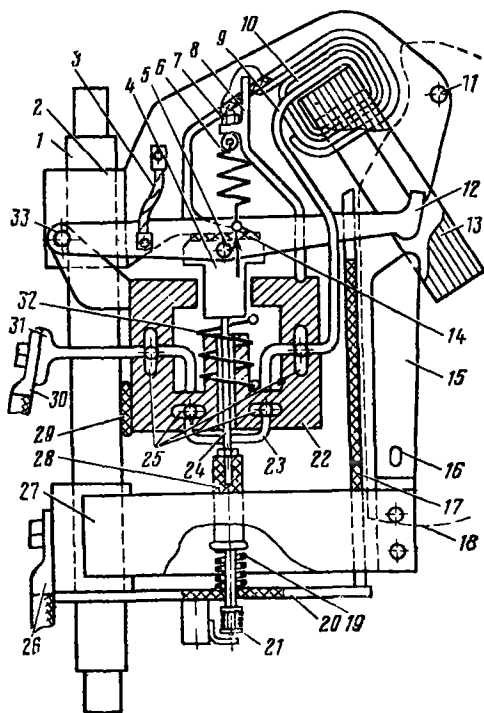


Рис. 181. Схема быстродействующего контактора БК-2

ми пружиной 19. Неподвижные контакты блокировочного устройства смонтированы на изоляционной панели 20. На ней же укреплена перегородка 17. При включенном контакторе ток от провода 30 проходит через вывод 31, витки насыщения 23, гибкий провод 9, дугогасительную катушку 10, верхний кронштейн 2, гибкий шунт 3, контакты 12 и 15 к проводу 26.

Катушку 32 включают в цепь двигателя вентилятора, охлаждающего тяговые двигатели. При коротком замыкании напряжение в контактной сети и на токоприемнике резко снижается, и мотор-вентилятор, продолжая вращаться, кратковременно переходит в режим генератора. Ток в его цепи снижается до нуля и изменяет свое направление. Этого снижения тока достаточно для отключения быстродействующего контактора под действием пружины 6. Одновременно ток короткого замыкания проходит по виткам насыщения, создает насыщение магнитной системы в зоне отверстий 25, вследствие чего уменьшается поток магнитопровода и ускоряется отключение контактора.

Электрическая дуга, возникающая при разрыве цепи контактами 12 и 15, гасится дугогасительной системой, состоящей из катушки 10, полюсов 13 и дугогасительной камеры 18. Для крепления камеры используют отверстия 11 и 16. Для устранения перенапряжений, возникающих при быстром разрыве дуги, силовые контакты БК-2 шунтированы резистором сопротивлением 5-Ом.

Блокировочные контакты БК-2 размыкают цепи управления быстродействующим выключателем, который отключает тяговые двигатели от контактной сети. Одновременно подается световой сигнал машинисту. Контакты быстродействующего выключателя включают в силовую цепь таким образом, чтобы при их размыкании ток короткого замыкания прошел через обмотки возбуждения тяговых двигателей в обратном направлении и размагнитил тяговые двигатели, что приведет к снижению их э. д. с. и тока короткого замыкания.

Включить быстродействующий контактор можно только с помощью большого тока в катушке 32. После включения контактора и снижения зазора якорь можно удерживать меньшим током. Поэтому

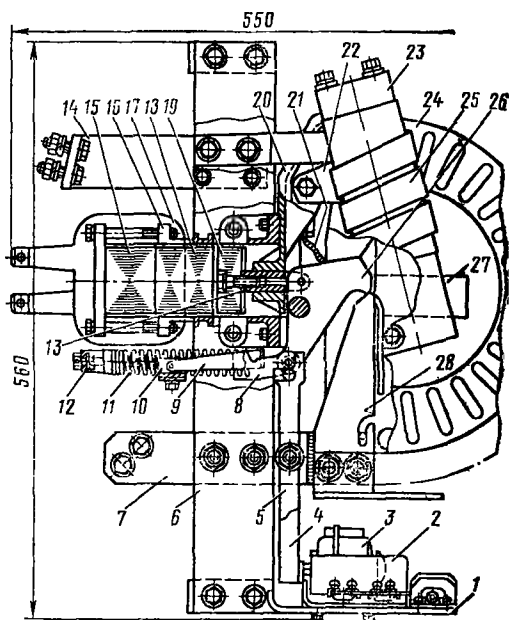


Рис 182 Быстродействующий контактор БК-78Т

для включения БК-2 включают мотор-вентиляторы и используют их пусковой ток. После разгона вентилятора ток двигателя уменьшается, но его достаточно для удержания якоря.

Основные технические данные быстродействующего контактора БК-2 следующие:

Ток часового режима	600 А
Ток включения	28—35 А
Ток отпадания	5—7 А
Нажатие силовых контактов	не менее 12 кгс
Разрыв силовых контактов	10—15 мм

Быстродействующий контактор БК-78Т. Контактор имеет две текстолитовые планки (рис. 182), на которых в верхней части укреплен с помощью латунного кронштейна 16 механизм отключающего электромагнита, состоящий из шихтованного магнитопровода 18, ярма 15, катушки 17 и якоря 19, связанного через тягу 13 с подвижным контактом 26. Контакт 26 шарнирно установлен на кронштейне 20 и под действием контактной пружины 11, укрепленной на скобе 12, поворачивается во включенное положение. Неподвижный контакт 28 укреплен на рифленной поверхности шинного вывода 7, который закреплен на текстолитовой планке. На кронштейне 20 укреплена дугогасительная система, состоящая из магнитопровода 23 и дугогасительной катушки 25. В качестве дугогасительной камеры 24 используют камеру контактора БК-2Б, у которой переделан полюс 27 и добавлены рога 22. Ток к подвижному контакту проходит от верхнего вывода 14 через дугогасительную катушку 25, кронштейн 20 и гибкий шунт 21.

На кронштейне 1 укреплены блокировочные контакты 2 и включающий электромагнит 3, которые через изоляционные рычаги 5 и 4 связаны соответственно с подвижным контактом и рычагом защелки 9, шарнирно установленной на планке 10.

Отключающая катушка 17 подключена к индуктивному шунту, который в режиме рекуперации включают в цепь якорей тяговых двигателей. При коротких замыканиях в цепи за счет э. д. с. самоиндукции повышается напряжение на индуктивных шунтах и увеличивается ток в катушке 17. Якорь 19 притягивается к магнитопроводу 18 и, преодолевая действие пружины 11, отводит подвижной контакт от неподвижного. При этом держатель 8 подвижного контакта смещается и рычаг защелки 9 попадает в паз держателя и удерживает подвижной контакт в отключенном положении. Возникающая электрическая дуга гасится в дугогасительной камере.

При отключении быстродействующего контактора подвижной контакт задевает рычаг блокировочных контактов, которые разрывают цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя и восстанавливают цепь катушки включающего электромагнита 3. Если после этого главную рукоятку контроллера машиниста вернуть в нулевое положение, то напряжение будет подано на эту катушку, якорь включающего электромагнита ударит по ры-

чагу 4, который поднимет вверх рычаг защелки и освободит держатель 8. Подвижной контакт 26 под действием пружины 11 замкнется с неподвижным контактом 28.

Основные технические данные быстродействующего контактора БК-78Т следующие:

Ток длительного режима силовых контактов	1000 А
Ток отключения в отключающей катушке	35—40 А
Нажатие силовых контактов	не менее 16 кгс
Разрыв силовых контактов при срабатывании защелки	не менее 8 мм

§ 52. Реле перегрузки

Общие сведения. Тяговые двигатели и вспомогательные машины рассчитаны на работу при определенных нагрузках. Если эта нагрузка будет превышена и по цепи пойдет ток, превышающий допустимые величины, двигатель может быть поврежден. Поэтому в цепь электрических двигателей последовательно включают реле перегрузки, которое при токах выше допустимых срабатывает и подает сигнал машинисту или вызывает отключение быстродействующего выключателя.

Реле перегрузки РТ-406В, РТ-050 и РТ-430. Электровозы ВЛ10*, ВЛ8 и ВЛ23 оборудованы электромагнитными реле перегрузки тяговых двигателей РТ-406В. На изоляционной панели 9 (рис. 183) укреплен магнитопровод 2 с якорем 5. На сердечнике магнитопровода с зазором установлена катушка 1 из трех витков медной шины. К якорю, отжимаемому от сердечника отключающей регулируемой пружиной 3, прикреплена изоляционная планка 7, связанная с блокировочным устройством 8. Зазор между якорем и сердечником регулируют болтом стойки 4.

При токах в катушке реле, меньших тока уставки, магнитный поток в магнитопровode недостаточен для притягивания якоря, отжимаемого пружиной 3. Если ток превысит уставку, магнитные силы превысят усилие, развиваемое на якоре пружиной, реле работает и замкнет блокировочные контакты в цепи сигнальных ламп. При этом загораются сигнальные лампы и снимается ослабление возбуждения, а в режиме рекуперации уменьшается возбуждение преобразователя. После прекращения перегрузки реле само восстанавливается. Чтобы определить, какое из реле сработало, на каждом из них имеется указатель 6, который своим коротким концом упирается в лепесток якоря и находится до срабатывания в горизон-

* На электровозах ВЛ10 более поздних выпусков вместо реле перегрузки РТ-406В и РТ-050, реле рекуперации РР-4, реле напряжения РПН-018 и РНН-048, дифференциального реле Д-4 применены реле (соответственно) РТ-502, РТ-500, РР-498, РПН-496, РНН-497 и РД-3, основанные на тех же принципах, но унифицированные по конструкции отдельных узлов и деталей с реле РП-472 и РП-473 (см. стр. 261).

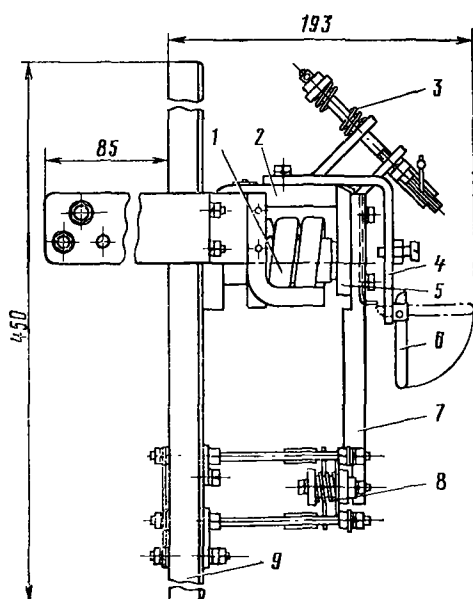


Рис. 183. Реле перегрузки РТ-406В

тальном положении. Если реле сработало, то якорь вместе с лепестком отходит влево и указатель под собственным весом опускается. Его восстанавливают вручную. Ток уставки реле регулируют изменением натяжения пружины 3.

На электровозе ВЛ10 цепи двигателей преобразователей защищены реле перегрузки РТ-050, а на электровозах ВЛ8 — РТ-430. Оба реле аналогичны по конструкции и отличаются от реле РТ-406В в основном катушкой и отсутствием указателя срабатываний. Катушка имеет меньшее сечение, поскольку ток двигателя преобразователя значительно меньше тока тягового двигателя, но большее число витков, необходимое для создания доста-

точного магнитного потока. Срабатывание этих реле вызывает разрыв цепи удерживающей катушки и отключение быстродействующего выключателя.

Реле перегрузки 14СМ. На электровозах ЧС2 и ЧС2^т тяговые двигатели защищены реле перегрузки 14СМ, а цепь отопления вагонов — аналогичным по устройству реле перегрузки — 15СМ.

Таблица 14

Показатели	Характеристики реле					
	РТ-406В		14СМ	15СМ	РТ-050	РТ-430
Серия электровоза	ВЛ10	ВЛ8, ВЛ23	ЧС2, ЧС2 ^т	ЧС2, ЧС2 ^т	ВЛ10	ВЛ8
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Ток длительного режима, А	450	450	—	—	15	11
Ток уставки, А	720—780	595—655	830—850	250	50	50
Ток блокировочных контактов, А	5	5	6	6	5	5
Провал контактов, мм	1,5—2	2	—	—	1,5—2	2
Разрыв контактов, мм	2,5—3	3	—	—	2,5—3	3
Масса, кг	5,5	6,7	—	—	3,5	6,6

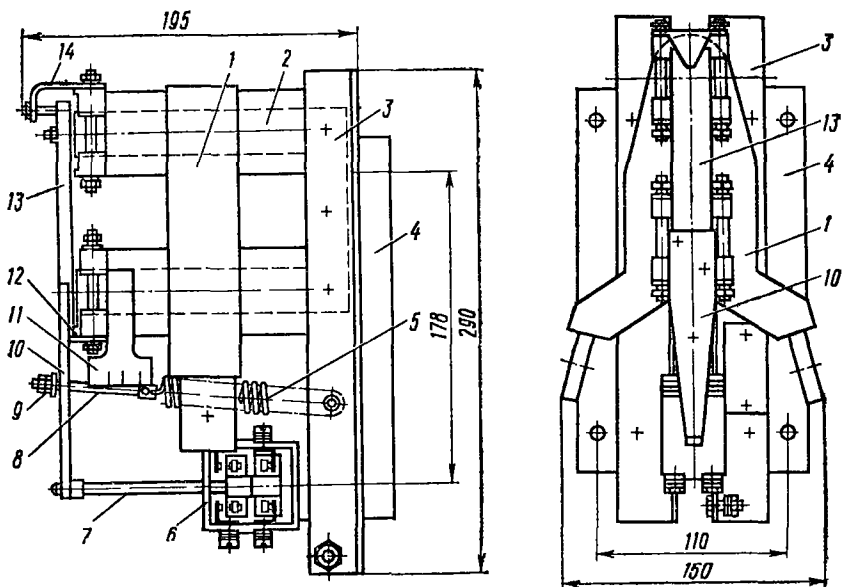


Рис. 184. Реле перегрузки 14СМ

П-образный магнитопровод 2 (рис. 184) укреплен на изоляционной панели 4 через угольники 3. На нем находится катушка 1, включаемая в силовую цепь тяговых двигателей. С якорем 13 соединены планка 10 и тяга 7, через которые он воздействует на блокировочные контакты 6. Якорь поворачивается на призме 12 под действием пружины 5 через тягу 8 с регулирующим устройством 9 против часовой стрелки до упора 14. При превышении тока уставки якорь 13 притягивается к магнитопроводу и размыкает пару контактов, включенных в цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя, который и разрывает силовые цепи. Вторая пара контактов включает сигнализатор, по которому определяют сработавшее реле. После разрыва цепи реле восстанавливается. Для регулирования тока уставки имеется шкала 11. Реле 14СМ-5 электровоза ЧС2^т имеет измененную конструкцию блокировок.

Технические данные реле. Основные характеристики реле перегрузки приведены в табл. 14.

§ 53. Реле рекуперации

Общие сведения. Электродвижущая сила тяговых двигателей в момент включения рекуперативного торможения должна быть близка к напряжению контактной сети. Если это условие не будет выполнено, то через тяговые двигатели может пойти большой ток. Величина его $I = \Delta U_c / r$ (Здесь ΔU_c — разность между э. д. с. E двигателей и напряжением сети U_c ; r — сопротивление цепи). Так

как сопротивление r обмоток тяговых двигателей невелико, ток I даже при небольшой величине ΔU_c может быть большим. На электровозах ВЛ10 и ВЛ8 используют реле рекуперации, которые автоматически включают тяговые двигатели к контактной сети при равенстве э. д. с. E и напряжения сети U_c .

Реле РР-4. На электровозах ВЛ10 применяют однокатушечное электромагнитное реле рекуперации РР-4. Оно имеет катушку 4 (рис. 185, а), сидящую на сердечнике магнитопровода 5. Якорь 3 отжимается от сердечника пружиной 6, имеющей регулирующее устройство. Через изоляционную планку 2 якорь соединен с блокировочными контактами 1. Все детали укреплены на гетинаксовой панели 7.

Один конец катушки через резистор $R_{доб}$ (рис. 185, б) подключен к токоприемнику, а другой к цепи тяговых двигателей, которые подключают к контактной сети через два контактора 8 и 9.

Если между э. д. с. тяговых двигателей и напряжением контактной сети большая разница, то по катушке 4 (см. рис. 185, а, б) идет ток, наводится магнитный поток, притягивающий якорь к сердечнику. Блокировочные контакты, включенные в цепь контакторов 8 и 9, — разомкнуты. Машинист, перемещая тормозную рукоятку контроллера, изменяет э. д. с. тяговых двигателей, когда она будет отличаться от напряжения контактной сети на 80—100 В, ток в катушке 4 и магнитный поток в магнитопроводе будут небольшими. Якорь 3 под действием пружины 6, усилие которой окажется больше магнитных сил, отойдет от сердечника и блокировочные контакты замкнутся, включив контакторы 8 и 9.

Реле регулируют на стенде. На катушку подают напряжение постоянного тока 60 В. Затем устанавливают ток 0,025—0,03 А и регулируют нажатие пружины 6 до срабатывания реле. Отрегу-

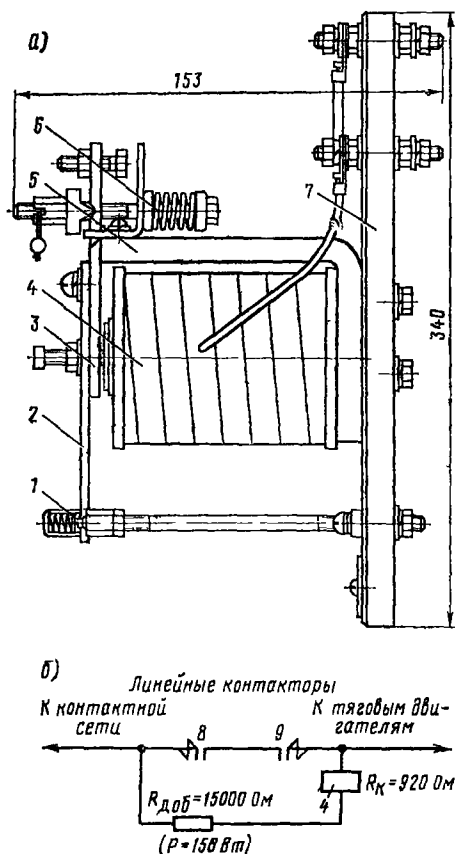


Рис. 185. Реле рекуперации РР-4:
а — общий вид; б — схема включения

Таблица 15

Показатели	Характеристики реле рекуперации		
	РР-4	РР-3	РР-2
Разность напряжений на тяговых двигателях и в сети, В	80—100	80—100	100
Ток притягивания якоря, А	0,025—0,03	0,1	—
Длительный ток блокировочных контактов, А	5	5	5
Разрыв контактов, мм	2—3	2—3	3—3,5
Провал контактов, мм	1,5—2	1,5—2	2—2,5
Масса, кг	2,3	2,2	2,84

лированное реле при включении последовательно с добавочным резистором сопротивлением 15 000 Ом будет включать тяговые двигатели под напряжение контактной сети при $\Delta U_c = 80 \div 100$ В и токе $I = 0,005 \div 0,0062$ А.

Реле РР-3 и РР-2. На электровозах ВЛ8 применяют однокатушечные реле РР-3, отличающиеся от РР-4 конструктивным исполнением отдельных деталей.

На первых электровозах ВЛ8 были установлены двухкатушечные реле рекуперации РР-2. Одна из катушек, двигательная, включена через добавочный резистор под напряжение тяговых двигателей, а другая, сетевая, — через добавочный резистор к цепи токоприемника. Катушки насажены на один сердечник магнитопровода, но создают магнитные потоки встречного направления. Остальные детали реле аналогичны реле РР-4. При большой разности токов обеих катушек якорь притянут к сердечнику, блокировочные контакты разомкнуты. При малой разности между э. д. с. тяговых двигателей и напряжением контактной сети токи в катушках отличаются незначительно. Реле срабатывает и своими блокировочными контактами включает контакторы, подключая тяговые двигатели под напряжение контактной сети.

Технические данные реле. Основные характеристики реле рекуперации приведены в табл. 15.

§ 54. Реле напряжения

Общие сведения. Уровень напряжения в контактной сети, а следовательно, и на токоприемнике электровоза не остается номинальным, а изменяется в широких пределах. Поэтому электрическое оборудование электровоза рассчитывают на работу при максимальном напряжении до 4000 В. В режиме рекуперативного торможения напряжение на токоприемнике может превысить эту величину и создать опасность пробоя изоляции или возникновения кругового огня по коллекторам тяговых двигателей или вспомогательных машин. Для устранения таких режимов на электровозах устанавли-

вают реле повышенного напряжения. Реле срабатывает и подает световой сигнал машинисту о повышенном напряжении.

Если электровоз работал в режиме тяги, то реле отключает ослабление возбуждения и переводит тяговые двигатели на полное возбуждение. В режиме рекуперации реле уменьшает ток независимого возбуждения генератора преобразователя для снижения э. д. с. тяговых двигателей, а если это не помогает, то отключает быстродействующий выключатель БВП-5 с выдержкой времени.

Кратковременное понижение напряжения на токоприемнике не опасно для оборудования электровоза. Однако за ним может последовать резкое увеличение напряжения, которое представляет опасность. Большое понижение напряжения связано, например, с отключением ближайшей от электровоза тяговой подстанции, когда энергии приходится получать от далеко расположенных соседних подстанций с большим падением напряжения в проводах контактной сети. Бросок напряжения в момент включения отключенной подстанции может вызвать опасный для оборудования электровоза бросок тока. Для предупреждения машиниста о понижении напряжения на электровозах устанавливают реле низкого напряжения, которые подают световой сигнал машинисту с тем, чтобы он принял необходимые меры (отключил тяговые двигатели или ввел в их цепь пусковой резистор).

Реле РПН-018 и РНН-048. На электровозе ВЛ10 установлено электромагнитное реле повышенного напряжения РПН-018. На сердечнике магнитопровода 7 (рис. 186) находится катушка 5. Якорь 4, отжимаемый пружиной 6 с регулирующим устройством, через изоляционную планку 3 воздействует на блокировочные контакты 2 (две пары замыкающих и две пары размыкающих). Все детали реле смонтированы на изоляционной панели 1. При напряжении на токоприемнике до 4000 В якорь 4 пружиной 6 отжимается от сердечника. Увеличение напряжения выше 4000 В вызывает увеличение тока в катушке и притяжение якоря.

На электровозах ВЛ10 применено реле низкого напряжения РНН-048, устроенное так же, как и реле РПН-018, с той лишь разницей, что оно имеет всего одну пару замыкающих блокировочных контактов.

Реле РПН-018 и РНН-048 включают в цепь последовательно с добавочным резистором сопротивлением 18 000 Ом и всю цепочку подключают под напряжение тяговых двигателей. Оба реле регулируют на срабатывание при различных напряжениях. При регулировании на стенде на катушку реле подают напряжение 60 В, а затем регулируют напряжение, устанавливая ток катушки РПН-018 до 0,207—0,229 А. Изменяя натяжение пружины, добиваются при этом тока притяжения якоря. Эти токи соответствуют напряжению 4000 В с включенным добавочным резистором. Реле на стенде должно отпускать якорь при токах 0,155—0,171 А, что соответствует напряжению 3000 В. Если резистор имеет отклонение в сопротивлении от 18 000 Ом (в пределах $\pm 10\%$), то ток регулировки пересчитывают, разделив напряжение на сумму сопротивлений резисто-

ра и катушек реле РПН-018 и РНН-048. При регулировании реле низкого напряжения на стенде после подачи 60 В регулируют напряжение и устанавливают ток 0,103 А. Изменяя натяжение пружины, добиваются отрыва якоря от сердечника при этом токе (соответствует напряжению 1900 В). Ток включения реле не должен превышать 0,147 А (2700 В).

Реле РПН-3 и РНН-3. На электровозах ВЛ18 применены аналогичные по конструкции реле повышенного напряжения РПН-3 и реле низкого напряжения РНН-3. Реле РПН-3 при повышении напряжения уменьшает ток возбуждения рекуперированных тяговых двигателей и дает световой сигнал машинисту. Реле РНН-3 подает световой сигнал машинисту о снижении напряжения. На электровозах ВЛ23, не имеющих рекуперативного торможения, установлено реле РНН-3, воздействующее на отключение быстродействующего выключателя. Регулируют эти реле при тех же токах, что и реле электровоза ВЛ10.

Реле 9СН1. Чехословацкие электровозы оборудованы одним реле напряжения 9СН1 или 9СН3 с двумя магнитопроводами, на которых находится одна катушка 1 (рис. 187). Каждый магнитопровод имеет свой якорь 9 и 10, две отключающие пружины 5 и 6

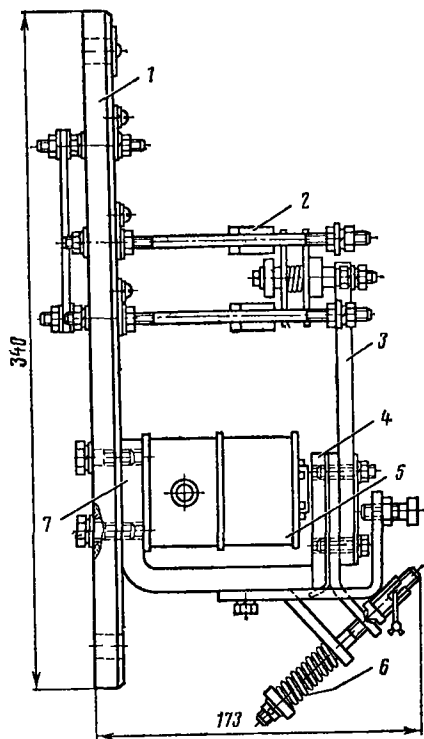


Рис. 186. Реле повышенного напряжения РПН-018

Таблица 16

Показатели	Характеристики реле				
	РПН-018	РНН-048	РПН-3	РНН-3	9СН3, 9СН1
Напряжение срабатывания, В	4000	1900	4000	1900	3850, 1800
Активное сопротивление катушки, Ом	158	158	158	158	4970
Ток блокировочных контактов, А	5	5	5	5	6
Провал контактов, мм	1,5—2	1,5—2	2	2	0,3
Разрыв контактов, мм	2,5—3	2,5—3	3	3	0,8
Масса, кг	3,8	3,1	4,5	4,5	3,5

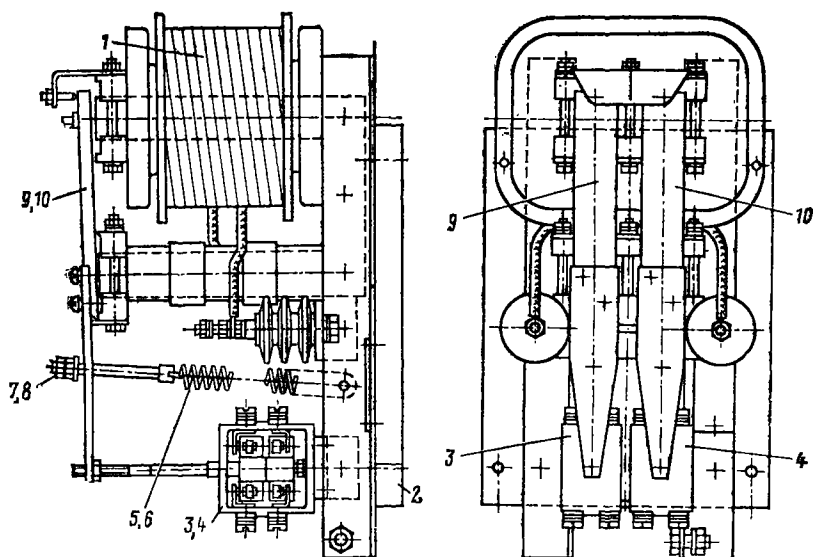


Рис. 187. Реле напряжения 9CN1

с регулируемыми устройствами 7 и 8 и двумя блокировочными системами 3 и 4. Все детали укреплены на изоляционной панели 2. Левый якорь 9 притягивается к сердечнику при напряжении на токоприемнике 2200 В и отходит от него при напряжении 1800 В, т. е. выполняет функции реле низкого напряжения. Правый якорь выполняет роль реле повышенного напряжения и притягивается к сердечнику магнитопровода при напряжении 3870 В и отходит при напряжении 2800 В. Реле своими блокировками включает быстродействующий выключатель только при напряжении на токоприемнике от 1800 до 3870 В. При увеличении или снижении напряжения быстродействующий выключатель будет отключен.

Технические данные реле. Основные характеристики реле напряжения приведены в табл. 16.

§ 55. Реле буксования

Общие сведения. Буксованием называют проскальзывание колесной пары при нарушении сцепления ее с рельсами. При этом увеличивается частота вращения колесной пары и связанного с ней через зубчатую передачу якоря тягового двигателя. Если буксование не прекратить, то возможно образование кругового огня по коллектору или повреждение крепления обмотки или коллектора тягового двигателя. Кроме того, при буксовании увеличивается износ бандажей колесных пар и рельсов. На электровозах для обнаружения буксования применяют реле буксования, которые по-

дают световой сигнал машинисту и автоматически включают подачу песка под колеса для улучшения сцепления колес с рельсами.

Реле РБ-4М. На электровозе ВЛ10* установлены однокатушечные электромагнитные реле буксования РБ-4М. На гетинаксовой плите 7 (рис. 188) укреплен магнитопровод 5, на его сердечнике находится катушка 4. Якорь 3 отжимается от сердечника регулируемой пружиной 6. Через изоляционную планку 2 он соединен с системой блокировочных контактов 1. Катушку реле буксования включают в мост из полупроводниковых элементов (рис. 189). Мост подсоединен к точкам, находящимся между двумя последовательно соединенными тяговыми двигателями I и II и между двумя резисторами $R_{доб}$. Чтобы ограничить ток в катушке, резисторы имеют большое сопротивление (по 13 000 Ом). При одинаковых сопротивлениях резисторов напряжение в точке А равно половине подведенного к двигателям I и II напряжения. Если напряжения на этих двигателях равны, то точка В также находится под этим напряжением. Следовательно, мост и катушка подключены к точкам А и В с одинаковыми потенциалами и тока в их цепи не будет (потенциальное включение). В том случае когда колесная пара, связанная с одним из двигателей, например II, потеряет сцепление с рельсами и начнет буксовать, э. д. с. этого тягового двигателя возрастет (так как она пропорциональ-

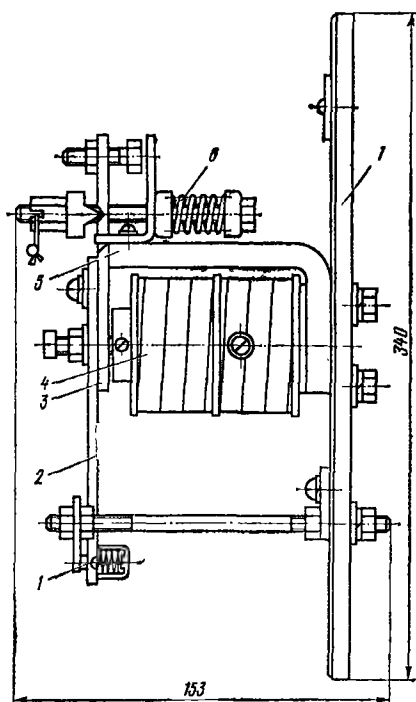


Рис. 188. Реле буксования РБ-4М

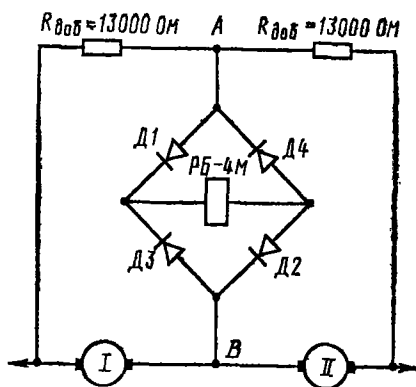


Рис. 189. Схема включения реле РБ-4М

* На электровозах ВЛ10 более поздних выпусков применена усовершенствованная противобуксовочная защита УПБЗ с датчиком буксования ДБ-018 вместо РБ-4М.

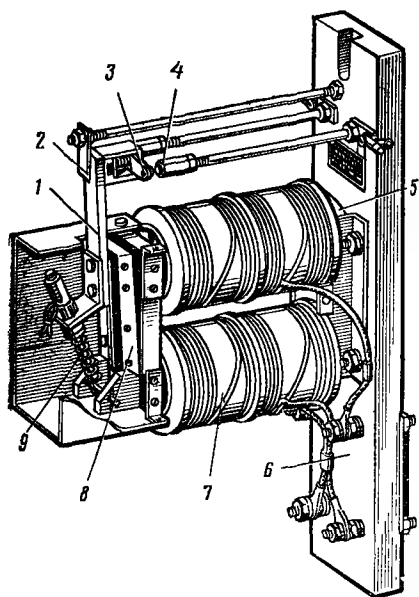


Рис. 190 Реле буксования РБ-3

на магнитному потоку, одинаковому у обоих двигателей, и частоте вращения). С увеличением э. д. с. возрастет и напряжение на двигателе II, а следовательно, и потенциал точки В. Под действием разности потенциалов между точками В и А через вентиль ДЗ моста, катушку реле и вентиль Д4 пойдет ток. Этот ток наведет в магнитопроводе реле магнитный поток, который преодолет действие регулируемой пружины и притянет якорь к сердечнику. Реле сработает. После прекращения буксования оно самовосстанавливается. В случае буксования колесной пары, связанной с тяговым двигателем I, потенциал точки А окажется выше, чем в точке В, и по цепи ток пойдет в обратном направлении. Однако он пройдет в мосте через вентили Д1 и Д2, катушку реле

в том же направлении, что и при буксовании колесной пары двигателя II. Без применения моста ток через катушку реле пошел бы в противоположном направлении. Сохранение направления тока в катушке, а следовательно, отсутствие перемагничивания магнитопровода позволяет сделать реле более чувствительным (уменьшить зону нечувствительности магнитной системы).

Реле РБ-4М регулируют изменением натяжения пружины 6 на притягивание якоря к сердечнику при токе 0,007—0,0075 А, который соответствует напряжению на катушке 20,3—21,75 В.

Реле РБ-3. На электровазах ВЛ8 и ВЛ23 применено двухкатушечное реле буксования РБ-3. Две катушки 7 (рис. 190) насажены на П-образный магнитопровод 5, укрепленный на изоляционной панели 6. Якорь 8 оттягивается от полюсов магнитопровода регулируемой пружиной 9. С ним через изоляционную планку 1 соединены подвижные блокировочные контакты 3. На панели 6 укреплены стойки с неподвижными контактами 4 и с ограничителем 2 хода якоря.

Якорь реле и пружина с регулирующим механизмом закрыты от случайных повреждений кожухом. Обе катушки реле могут быть включены последовательно (рис. 191, а) и создают магнитный поток одного направления. Эта схема аналогична включению катушки РБ-4М, но здесь нет моста, и поэтому при буксовании колесных пар, связанных с различными тяговыми двигателями (I или II), ток в катушке изменяется и магнитная система перемагничивается.

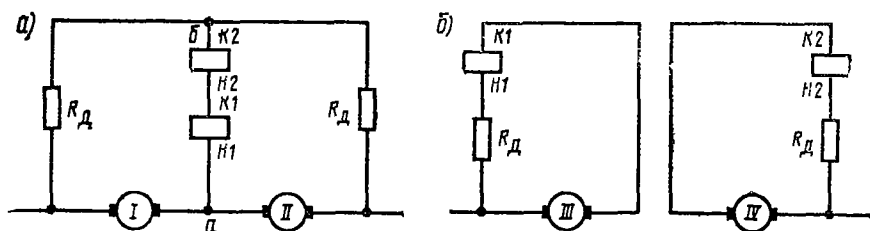


Рис. 191. Схемы включения реле РБ-3

На электровозе ВЛ23 тяговые двигатели *III* и *IV* не всегда находятся в одной последовательной цепи. В этом случае одна из катушек включается параллельно якорю одного тягового двигателя через добавочный резистор R_d (рис. 191, б), а другая — к другому двигателю. Здесь при нормальной работе по каждой катушке идет ток. При равенстве напряжений на тяговых двигателях токи в катушках одинаковы. Однако катушки включены так, что их потоки направлены встречно и поток в магнитопроводе отсутствует. Если одна из колесных пар буксует, э. д. с. связанного с ней двигателя увеличивается и ток в одной из катушек тоже увеличивается, баланс магнитных потоков нарушается и реле срабатывает. Такое включение катушек в отличие от потенциального называют дифференциальным. Реле РБ-3 регулируют изменением натяжения пружины так, чтобы якорь притянулся к сердечнику при токе 0,013—0,016 А.

Реле 11СВ1. На электровозах ЧС2 первых номеров (до № 305) применены двухкатушечные реле 11СВ1 с дифференциальным включением катушек: каждая катушка с дополнительным резистором параллельно тяговому двигателю. Это реле имеет два якоря. Один притягивается при разности напряжений двух двигателей 220 В и подает звуковой сигнал в кабине машиниста, а другой — при разности напряжений 900 В и воздействует на отключение быстродействующего выключателя. Он срабатывает в том случае, когда после сигнала машинист не принял мер к прекращению буксова-

Таблица 17

Показатели	Характеристики реле		
	РБ-4М	РБ-3	11СВ1
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000
Активное сопротивление катушек при 20° С, Ом	2900	2×1020	2×1200
Ток блокировочных контактов, А	5	5	6
Разрыв контактов, мм	0,7—1,0	2—2,2	3
Провал контактов, мм	0,7—1,0	2—2,5	—
Ток отпадания якоря, А	0,0045—0,00525	—	—
Масса, кг	4,6	8	10,5

ния. На электровозах ЧС2 более поздних выпусков и ЧС2^т применена более сложная система защиты с использованием магнитных усилителей, которая также срабатывает при нарушении баланса напряжений на тяговых двигателях.

Технические данные реле. Основные характеристики реле блокирования приведены в табл. 17.

§ 56. Высоковольтные плавкие предохранители

На электровозах, не оборудованных быстродействующими выключателями вспомогательных цепей, эти цепи при коротких замыканиях защищают высоковольтными плавкими предохранителями. Электровозы ВЛ8 и ВЛ23 имеют плавкие предохранители ПК-6/75, рассчитанные на номинальный ток 75 А. Плавкая вставка (патрон) 1 (рис. 192) зажимается в пружинных контактах 2, которые вместе с выводами 3 укреплены на фарфоровых изоляторах 4. Сама плавкая вставка состоит из фарфоровой трубки 6, армированной по концам латунными колпачками 5, между которыми натянуты шесть спиралей 7 из медной посеребренной проволоки. Внутри трубка 6 заполнена чистым сухим кварцевым песком 8.

Короткое замыкание в цепи вспомогательных машин вызывает перегорание спиралей 7. Образующаяся электрическая дуга горит

в щелях между отдельными песчинками, охлаждается и гаснет. В нижней части вставки имеется указатель срабатывания, состоящий из сигнализатора-штифта 9, входящего свободно в трубку 10, и пружины 11, стремящейся выдвинуть сигнализатор 9 из трубки вниз. Сигнализатор внутри трубки удерживается указательной проволокой, которая при коротком замыкании сгорает вместе со спиралью, и сигнализатор 10 выходит из трубки, показывая что вставка перегорела. На части электровозов ВЛ10 в цепи вспомогательных машин установлены предохранители ВПК-6/100, аналогичные рассмотренным, но состоящие из двух включаемых параллельно вставок, рассчитанных каждая на ток 50 А.

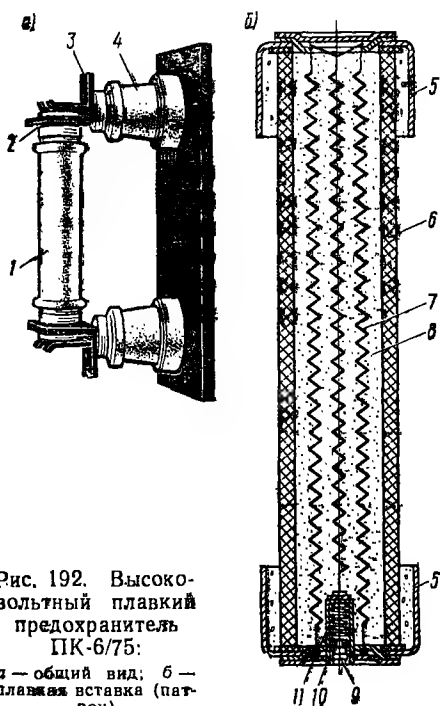


Рис. 192. Высоковольтный плавкий предохранитель ПК-6/75:

а — общий вид; б — плавкая вставка (патрон)

В вспомогательных цепях электровозов ЧС2 применены высоковольтные плавкие предохранители, состоящие из фарфоровой трубки, внутри которой установлен керамический стержень с навитой на него проволокой, соединенной с верхним контактным кольцом и нижним колпачком. Короткое замыкание вызывает перегорание проволоки. В нижнем колпачке имеется сигнализатор, аналогичный сигнализатору предохранителя ПК-6/75, который, выходя из колпачка, указывает на срабатывание защиты.

§ 57. Разрядники

Общие сведения. В контактной сети иногда возникают мгновенные перенапряжения, в несколько раз превышающие номинальное напряжение, и, следовательно, опасные для изоляции машин и аппаратов электровоза. Такие перенапряжения наводятся при грозовых разрядах в атмосфере или при резком разрыве силовых цепей.

Из-за быстроты и кратковременности перенапряжений аппараты с подвижной системой не успевают сработать. Поэтому волну перенапряжения в виде импульса тока отводит в землю через разрядники, которые практически мгновенно с увеличением напряжения снижают свое электрическое сопротивление. Такие свойства материала называют вентильными.

Разрядники РМВУ-3,3 и РМБВ-3,3. На электровозах ВЛ10, ЧС2^т и ряде электровозов ЧС2 применяют разрядники РМВУ-3,3 (разрядник магнитный, вилитовый, униполярный — 3,3 кВ). Разрядник РМВУ-3,3 подключают только при одной принятой у нас полярности контактной сети — при «плюсе», поэтому он назван униполярным. Для выдувания дуги в искровых промежутках используют магнитное дутье постоянных магнитов, поэтому разрядник — магнитный. В качестве материала применен вилит — керамический материал на карборундовой основе, имеющий при нормальном напряжении в контактной сети очень большое сопротивление. При повышении напряжения сопротивления вилита снижается.

Все детали разрядника собраны внутри фарфорового кожуха 3 (рис. 193). Два вилитовых диска 5 с прокладками 4 от корпуса, два искровых промежутка 6 с шунтирующими резисторами 9 и постоянные магниты 11 цилиндрической формы (с полюсами — сверху и внизу) для гашения дуги прижаты к дну 10 пружиной 2. Дно через герметизирующую прокладку 7 из озоностойкой резины крепят к чугунному фланцу 8, армированному на фарфоровом корпусе. Разрядник устанавливают на крыше в металлическом ограждении, провод от токоприемника включают к верхнему зажиму 1. В дно разрядника 10 встроен предохранитель от повышенного внутреннего давления, который срабатывает при избыточном давлении 2—5 кгс/см² и предохраняет разрыв фарфорового кожуха.

Последовательно с вилитовыми дисками 5 включены два искровых промежутка 6, шунтированных высокоомными резисторами 9, необходимыми для выравнивания напряжения на них.

Если в контактной сети напряжение нормальное, то из-за большого сопротивления вилита ток составляет всего 70—130 мкА (при напряжении 4000 В). Волна перенапряжения в 9,5—10,5 кВ вызывает появление в вилите большого количества проводящих каналов и его сопротивление резко снижается. Это перенапряжение оказывается на искровых промежутках, которые пробиваются и отводят импульс тока в землю. Как только напряжение на вилитовых дисках снизилось, его сопротивление возрастает, ток уменьшается, облегчая гашение дуги искровых промежутков, которая выдувается магнитами в дугогасительную камеру, удлиняется и гаснет внутри кожуха. После этого разрядник снова готов к работе. Чтобы контролировать число срабатываний разрядника, в его цепь последовательно включают регистратор срабатываний РВР — аппарат, имеющий резистор R (рис. 194), два искровых промежутка $и_1$ и $и_2$ и плавкие предохранители $Пр$. При срабатывании разрядника ток через резистор R увеличивается и падение напряжения на резисторе возрастает. Когда оно достигнет разрядного напряжения искрового промежутка $и_1$, он пробивается и ток проходит через плавкий предохранитель $Пр$, который перегорает. После этого пробивается второй промежуток $и_2$ и ток импульса проходит через оба промежутка регистратора.

Регистратор срабатывания укрепляют на верхнем зажиме разрядника. Он имеет десять плавких вставок 3 (одну контрольную и девять рабочих), которые находятся на барабане 2. Каждой вставке на барабане соответствуют буква K — «контроль» и цифры от 0

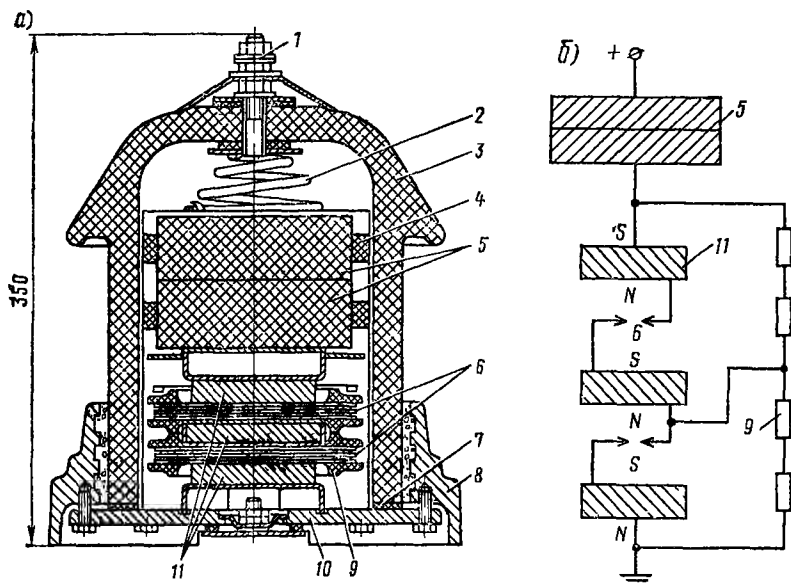


Рис. 193. Вилитовый разрядник РВВУ-3,3.

a — общий вид, b — схема

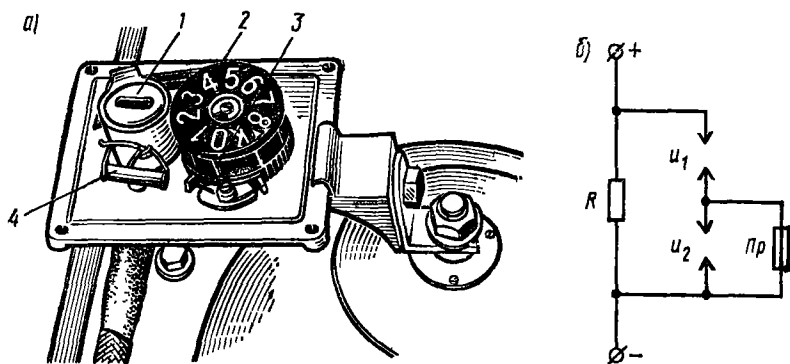


Рис. 194. Регистратор срабатываний:
а — общий вид, б — схема

до 8, которые видны через окошки крышки (на рисунке крышка снята). При перегорании вставки барабан под действием заводной пружины поворачивается против часовой стрелки до включения следующей вставки. Положение K служит для контроля работы разрядника регистратора на стенде перед установкой на электровоз. Остальные — показывают число срабатываний вилтового разрядника. Сгоревшие плавкие вставки нужно систематически заменять. Резистор 4 и искровые промежутки 1 установлены на общей панели. На электровозах ВЛ8, ВЛ23 и ряде электровозов ВЛ10 применены разрядники РМБВ-3,3 (разрядник магнитный биполярный вилтовый), работающие по тому же принципу, что и РМВУ-3,3, но имеющие конструктивные отличия, позволяющие им работать при любой полярности в контактной сети, поэтому они названы биполярными.

Разрядник VDM-3,6. Ряд электровозов ЧС2 оборудованы разрядниками VDM-3,6, в которых использован в качестве материала с вентильными свойствами карбид кремния. Принцип работы этого разрядника аналогичен рассмотренным разрядникам, но конструктивно он несколько отличается от РМВУ-3,3.

§ 58. Аппараты защиты от помех радиоприему

Разрыв силовой цепи, переключения в ней, коммутация тяговых двигателей и вспомогательных машин вызывают высокочастотные электрические колебания, которые могут попасть в контактную сеть и, распространяясь в виде электромагнитных волн, создавать помехи радиоприему.

Для подавления этих колебаний в силовую цепь электровоза ВЛ10* между крышевыми разъединителями и быстродействующим

* На электровозах ВЛ10 более поздних выпусков применен дроссель Д-027Т, конструктивно отличающийся от Д-8Г. Он имеет индуктивность 140—145 мкГ и массу 75 кг.

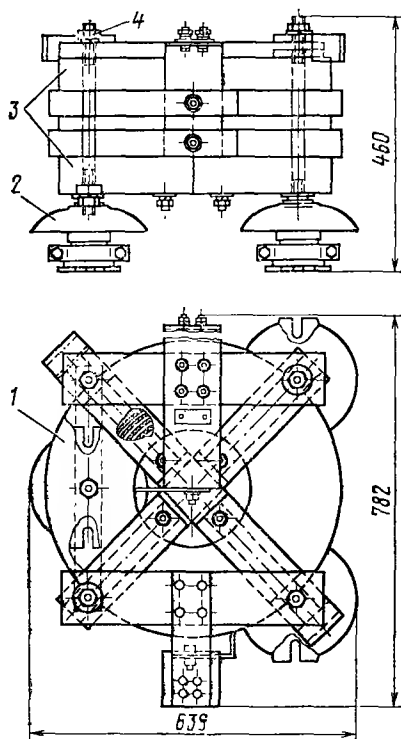


Рис. 195. Дроссель Д-8Г

выключателем включена катушка дросселя Д-8Г.

Дроссель Д-8Г не имеет стального сердечника, он состоит из двух медных катушек 1 (рис. 195), соединенных между собой параллельно и стянутых между собой деревянными планками 3 болтами 4, опирающимися на три пластмассовых изолятора 2. Его устанавливают на крыше электровоза на трех изоляторах. Дроссель имеет индуктивность 170 мкГ и массу 124 кг.

В систему защиты от помех радиоприему входит также высоковольтный конденсатор типа К41-1а (бумажный, герметизированный, рассчитанный на напряжение 10 кВ, емкостью 0,5 мкФ), включенный параллельно электрическим цепям электровоза между дросселем и землей.

Токи высокой частоты, порожденные высокочастотными колебаниями, возникающими на электровозе, на пути к контактной сети встречают сравнительно большое индуктивное сопротивление

дросселя и малое сопротивление конденсатора на пути к земле. Поэтому большая часть этих токов отводится в землю, снижая помехи радиоприему.

На электровозах ВЛ8 и ВЛ23 применена аналогичная схема защиты с дросселем Д-8Б, имеющим ту же индуктивность. Он опирается на крышу через четыре изолятора. На электровозах ЧС2 для защиты от помех радиоприему включены только высоковольтные конденсаторы емкостью 2 мкФ, через которые токи высокой частоты замыкаются на землю, а на электровозах ЧС2^г применены два дросселя 1ТЛ, имеющие индуктивность по 7 мГ и рассчитанные на ток по 1500 А. Силовая цепь электровоза шунтирована двумя конденсаторами емкостью по 1 мкФ.

АППАРАТЫ ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

§ 59. Выключатели цепи управления

Выключатель цепи управления предназначен для подключения цепей управления тяговыми двигателями к источнику низкого напряжения — генератору управления или аккумуляторной батарее. На электровозах ВЛ10 и большинстве электровозов ВЛ8 применен выключатель цепи управления ВУ-223А.

В пластмассовом корпусе 2 (рис. 196) находится неподвижный контакт 5, электрически соединенный с дугогасительной катушкой 3 и через нее с контактной пластиной 1, к которой подключают источник напряжения цепи управления. Подвижной контакт 6 управляется рычагом с рукояткой 9, который поворачивается на оси 10. В противоположный конец рычага, имеющий форму вилки, упирается нижний конец подвижного контакта 6 и прижимается пружиной 11. В правом положении рукоятки 9 контакт 6 пружиной 11 удерживается в правом — выключенном положении. При перемещении рукой рукоятки 9 влево вилкообразный конец рычага смещается вправо, несколько растягивая пружину 11. Как только вилкообразный конец рычага окажется правее пружины 11, контакт быстро перебросится влево и замкнется с притиранием с неподвижным контактом 5 под действием сжимающей силы пружины 11. Таким образом, даже при медленном перемещении рукоятки контакты включаются или при обратном движении рукоятки выключаются очень быстро. Такие контакты называют контактами мгновенного действия.

Подвижной контакт гибким медным шунтом связан с нижним контактом плавкого низковольтного предохранителя 8. К верхнему контакту 7 предохранителя подсоединен провод, идущий к контроллерам машиниста.

При выключении цепей управления рычаг 9 переводят из левого положения *Включено* в правое положение *Выключено*, вследствие чего подвижной контакт 6 отбрасывается от неподвижного 5, образовавшаяся при разрыве большого тока и напряжении 50 В небольшая дуга за счет магнитного дутья дугогасительной катушки 3 смещается в дугогасительной камере 4 вверх и гаснет.

Электровозы ВЛ8 первых выпусков и ВЛ23 имеют выключатели цепи управления ВУ-221, одинаковые по конструкции с ВУ-223А, но отличающиеся расположением плавкого предохранителя. Его располагают в отдельной пластмассовой коробке, которую ставят на

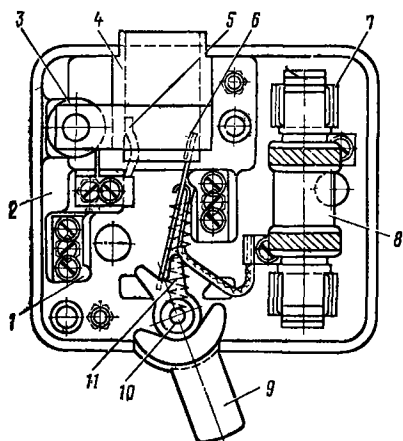


Рис. 196 Выключатель цепи управления ВУ-223А

общую плиту вместе с выключателем.

Оба типа выключателей цепей управления рассчитаны на номинальное напряжение 50 В и длительный ток 45 А.

На электровозах ЧС2 выключатели управления отключают от источников низкого напряжения цепи управления не только тяговыми двигателями, но и токоприемниками, разъединителями, вспомогательными машинами. Поэтому такой выключатель имеет 15 пар контактов. Выключатели расположены по одному на пульте управления каждой кабины машиниста и имеют съемную рукоятку — одну на электровоз. Рукоятка может быть снята только

в положении *Выключено*. Этим исключаются ошибочные действия машиниста, возможные при оставлении выключателя цепи управления нерабочей кабины машиниста электровоза во включенном положении.

§ 60. Кнопочные выключатели

Подъемом токоприемников, включением и отключением быстродействующих выключателей вспомогательных машин, электрических печей и освещения управляют кнопочными выключателями

Внутри корпуса 12 (рис. 197), закрываемого крышкой, укреплена изоляционная планка 9 с неподвижными контактами 6. Подвижная система аналогична по устройству выключателю управления. Подвижные рычаги (кнопки) 2 свободно надеты на общий валик 3. В их вилкообразные нижние концы упираются подвижные контакты 5 под действием пружин 7. При повороте рычага контакт мгновенно перебрасывается и замыкается с неподвижным контактом. Поворот рычага в противоположную сторону вызывает отбрасывание контакта в отключенное положение до упора 10. Число рычажков в корпусе бывает от 5 до 12. Каждый контакт рассчитан на напряжение 50 В и ток 10 А при нажатии контактов 0,35—0,55 кгс. Усилие на рычаг при включении составляет 1,2—1,7 кгс. Разрыв контактов — 7—10 мм. Кнопочный выключатель управления токоприемниками, вспомогательными машинами и быстродействующими выключателями при выключенном положении рычагов запирается ключом 1, надеваемым в замке квадратным отверстием головки на квадратный конец запирающего стержня 4 с шипами 11. Ключ 1 (называемый ключом КУ) может быть вставлен в замок или вынут из него только при выключенных кнопках. В заблокированном по-

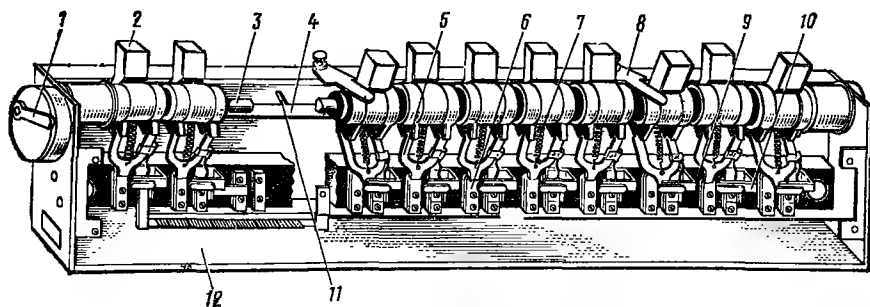


Рис. 197. Кнопочный выключатель

ложении шипы 11 оказываются против выступов рычагов и не дают возможности повернуть рычаги во включенное положение. Вставленный в замок ключ КУ и повернутый в разблокирующее рычаги положение не может быть вынут из замка и остается в нем в течение всего времени работы. Для безопасности на электровозе имеется только один ключ КУ. Его обязательно берет с собой лицо, осматривающее или ремонтирующее электрическое оборудование электровоза, для исключения подъема токоприемника и включения аппаратов и машин в это время другим лицом. Это — одно из основных требований техники безопасности при обслуживании электровоза. Кнопки отдельных цепей после нажатия должны сами возвращаться в отключенное положение. Рычаги таких кнопок имеют возвращающие пружины. В том случае когда одну из кнопок можно нажимать только в случае отключенного положения соседней кнопки, между ними ставят механическую блокировку 8. Ее широкая часть при включенной одной кнопке становится перед второй кнопкой и препятствует ее повороту. В корпусе кнопочного выключателя управления отоплением и освещением дополнительно установлена панель с трубчатыми низковольтными предохранителями, защищающими цепи при коротких замыканиях.

§ 61. Низковольтные электромагнитные контакторы

Контактор ТКПМ-111. В цепях управления применяют электромагнитные контакторы для замыкания и размыкания больших токов (25—80 А). На электровозах ВЛ10 и ВЛ8 используют контакторы ТКПМ-111 или аналогичный по конструкции КПМ-111. На изоляционной панели 1 (рис. 198) смонтирован неподвижный контакт 5 с дугогасительной системой, состоящей из дугогасительной катушки 3, полюсов 4 и дугогасительной камеры 2. Подвижной контакт 6 связан с изоляционной колодкой 8, укрепленной на якоре 10 магнитопровода, в который входят также ярмо 14, сердечник 13 и планка 15. На сердечнике находится включающая катушка 12. При ее возбуждении якорь притягивается к сердечнику и контакты за-

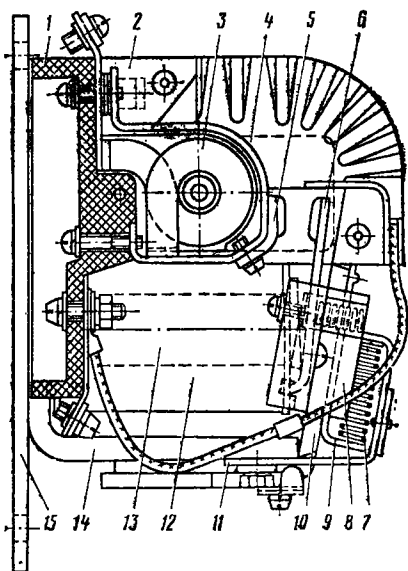


Рис. 198. Электромагнитный контактор ТКПМ-111

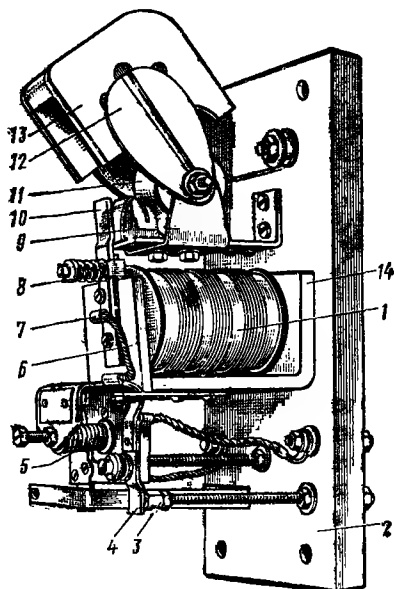


Рис. 199. Электромагнитный контактор КПМ-220

мыкаются. При этом сжимается выключающая пружина 7, установленная между скобой 11, укрепленной на магнитопроводе, и изогнутой пластиной 9, соединенной с якорем. Второй конец пластины 9 связан с блокировочными контактами. Контакты 5 и 6 размыкаются под действием пружины 7, когда выключается питание катушки 12. Образующаяся дуга выдувается в дугогасительную камеру, удлиняется и гаснет. Контакторы ТКПМ-111 рассчитаны на токи 80 и 25 А, нажатие главных контактов — 0,7 кгс, провал этих контактов — 4 мм, разрыв — 8 мм.

Контактор КПМ-220. Электровозы ВЛ8 первых выпусков оборудованы электромагнитными контакторами КПМ-220, отличающимися конструктивным исполнением деталей.

На сердечнике магнитопровода 14 (рис. 199), укрепленного на панели 2, насажена катушка 1 (включающая). Якорь 6 оттягивается от сердечника выключающей пружиной 5. С ним соединен подвижной контакт 10, имеющий притирающую пружину 8. С противоположной стороны с якорем соединены подвижные блокировочные контакты 4. Неподвижные блокировочные контакты 3 укреплены на панели 2. Неподвижный главный контакт 9, дугогасительная катушка 11 с полюсами 12 и дугогасительной камерой 13 (на рисунке откинута) также укреплены на панели 2. Ток к подвижному главному контакту подводят через медный гибкий шунт 7. Гибкие шунты подведены и к подвижным блокировочным контактам.

§ 62. Контроллеры машиниста

Общие сведения. Контроллером машиниста называется аппарат, с помощью которого машинист управляет работой тяговых двигателей. Изменением положения рукояток контроллера машинист дистанционно через цепи управления воздействует на аппараты силовой цепи и вызывает необходимые переключения.

По конструктивному исполнению контроллеры разделяют на кулачковые и барабанного типа. На наших грузовых электровозах установлены кулачковые контроллеры машиниста: КМЭ-8 на ВЛ10, ВЛ8 и КМЭ-23Н на ВЛ23. Каждый из этих контроллеров состоит из набора контактных элементов кулачковых валов с приводами и рукоятками и механических блокировок, смонтированных в корпусе.

Контроллер КМЭ-8. Он имеет корпус, состоящий из литого основания 5 (рис. 200, а), литой крышки 1 и вертикальных стоек. Спереди корпус закрыт кожухом 6, а сзади — съемным кожухом. На задних вертикальных стойках 3 и 8 укреплены контактные элементы 7. Их подвижными контактами управляют кулачковые шайбы 4, насаженные на вертикальные валы 9. Валами 9 через передачу 2 управляет машинист с помощью рукояток контроллера.

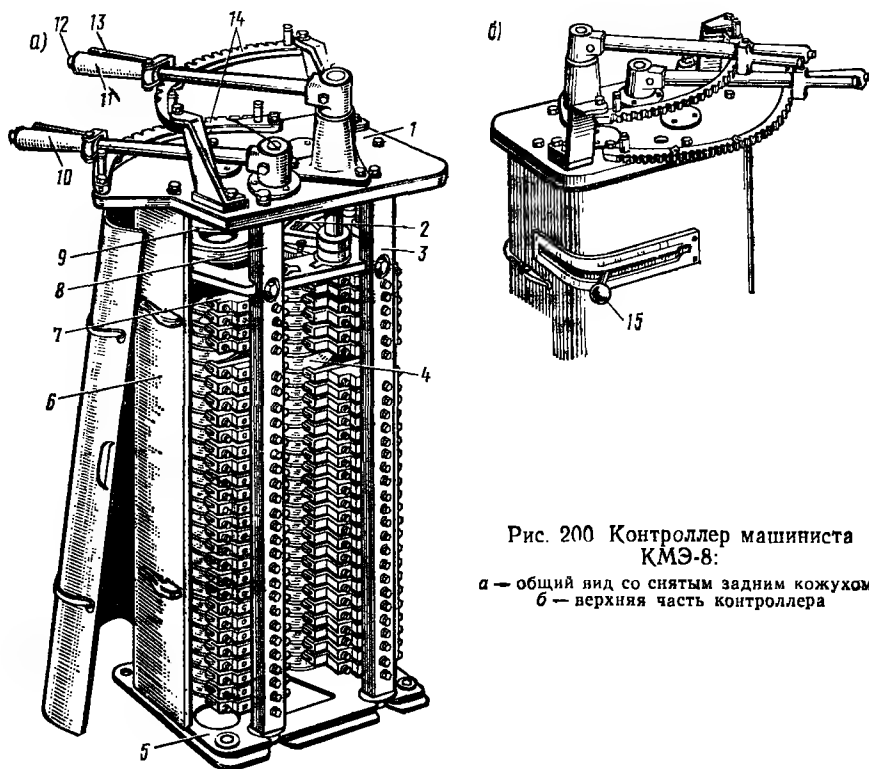


Рис. 200 Контроллер машиниста КМЭ-8:

а — общий вид со снятым задним кожухом;
б — верхняя часть контроллера

Главная рукоятка 10, соединенная с главным валом, позволяет управлять тяговыми двигателями в режиме тяги. Она имеет 37 позиций, не считая нулевой.

Тормозная рукоятка 11 соединена с тормозным валом, и при движении по часовой стрелке имеет, кроме нулевой позиции, 02-ю и 15 позиций регулирования тока возбуждения тяговых двигателей в рекуперативном режиме. Перемещением рукоятки против часовой стрелки включают четыре ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей

Позиции главной и тормозной рукояток фиксируются защелками рукояток и пазами или выступами на секторах 14. Защелка 13 своим зубом входит в прорезь сектора под действием пружины. Для перевода рукоятки на следующую позицию необходимо прижать защелку к рукоятке, при этом зуб выходит из паза, сдвинуть рукоятку, освободить защелку и вести рукоятку до западания зуба в следующий паз. Для перехода с 16-й на 17-ю, с 27-й на 28-ю позиции главной рукоятки и при включении ступеней ослабления возбуждения тормозной рукояткой необходимо таким же порядком нажимать вместо защелки 13 кнопку 12.

Реверсивно-селективная рукоятка 15 (рис. 200, б) вставлена в прорезь реверсивно-селективного вала, насаженного через шариковые подшипники на тормозной вал. Этот реверсивно-селективный вал через зубчатую передачу соединен со вторым реверсивно-селективным валом, насаженным на подшипниках на главный вал. Рукоятка имеет девять положений: нулевое в центре и по четыре положения в направлениях *Вперед* при переводе против часовой стрелки и *Назад* при переводе по часовой стрелке. В направлении *Вперед* первое положение *М* соответствует работе в тяговом режиме и три последующих положения соответствуют различным схемам соединения тяговых двигателей в тормозном режиме: параллельное *П*, последовательно-параллельное *СП* и последовательное *С*. Такие же положения реверсивно-селективная рукоятка имеет в направлении *Назад*. Реверсивно-селективная рукоятка съемная. Ее можно снять с контроллера только в нулевом положении.

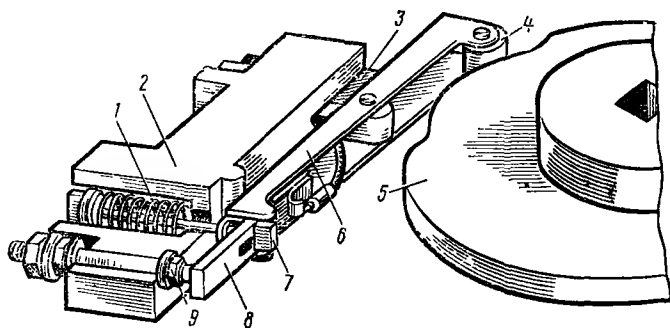


Рис. 201. Контактный элемент

Под воздействием рукояток контроллера изменяются цепи управления за счет включения или отключения контакторных элементов.

Каждый контакторный элемент состоит из изоляционной колодки 2 (рис. 201), неподвижного контакта 9 и подвижной системы, включающей в себя рычаг 6 с роликом 4 на одном конце и подвижной контакт 8 с включающей пружиной 1 и штифтом 7 на другом. Подвижная система держится на стойке 3 колодки. Под действием пружины 1 подвижной контакт прижимается к неподвижному контакту с притиранием при включении. На ролики 4 действует выступающая часть кулачковой шайбы 5, насаживаемой своим квадратным отверстием на соответствующий вал. Если под роликом находится впадина кулачковой шайбы, то контакторный элемент замкнут. При повороте кулачковой шайбы ее выступ отождмет ролик 4, рычаг 6 повернется против часовой стрелки, преодолевая действие включающей пружины 1, и контакторный элемент будет выключен. Контакторный элемент рассчитан на ток 30 А при нажатии контактов 0,25—0,3 кгс, провале контактов — 2,5—4 мм. Разрыв контактов — 4—7 мм.

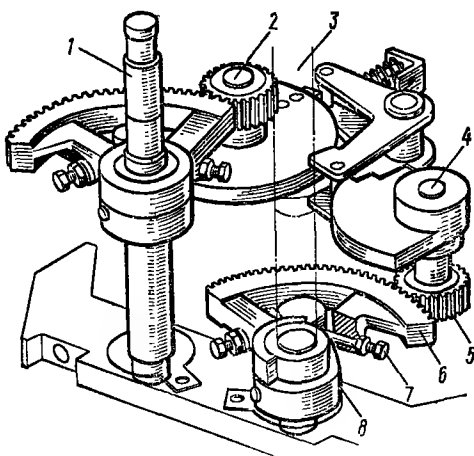


Рис. 202. Привод кулачковых валов

Кулачковые валы имеют квадратное сечение. На них надевают пластмассовые кулачковые шайбы, имеющие отверстия квадратной формы. Валы вращаются в нижнем и верхнем шариковых подшипниках. На главном валу 4 (рис. 202) насажена шестерня 5, с которой находится в зацеплении зубчатый сектор 6, свободно насаженный на вспомогательный вал 3. Между спицами сектора находится прилив приводного кулака 8, жестко насаженный на вал 3. В этот прилив с обеих сторон упираются болты 7, укрепленные на спицах сектора. На верхнюю часть вспомогательного вала надета главная рукоятка контроллера. Аналогично устроен привод от тормозной рукоятки, сидящей на вспомогательном валу 1, к тормозному валу 2. За счет зубчатой передачи при меньшем угле поворота рукоятки кулачковый вал поворачивается на угол около 360° .

При большом числе контакторных элементов в контроллере и большом числе позиций валов очень трудно разобраться, на какой позиции должен включаться или отключаться данный контакторный элемент. Для упрощения и наглядности порядок работы контакторных элементов различных валов контроллера изображают графически. Такой график называют разверткой валов или барабанов и приводят обычно на принципиальных схемах цепей управле-

ния. Так, на схеме цепей управления электровоза ВЛ10 (см. рис. 251*) в левой части приведены развертки тормозного, реверсивно-селективного и главного валов. С правой стороны развертки указаны контакторные элементы и номера подходящих к ним проводов, а сверху показаны номера или обозначения позиций рукояток. Включенное положение контакторного элемента на данной позиции отличаются на развертке точкой (или широкой линией).

Чтобы исключить ошибочные действия рукоятками контроллера машиниста, их блокируют между собой следующим образом.

Главная и тормозная рукоятки запираются в нулевом положении реверсивно-селективной рукояткой, установленной также в нулевое положение.

Перевод реверсивно-селективной рукоятки в рабочее положение тягового режима *М* приводит к разблокированию главной рукоятки и она может быть установлена на любую позицию. При этом реверсивно-селективная рукоятка блокируется и не может быть сдвинута в нулевое положение.

На ходовых позициях (16, 27 и 37-й) главной рукоятки можно переместить тормозную рукоятку на позиции ослабления возбуждения *ОП1*, *ОП2*, *ОП3*, *ОП4*. При включении ступени ослабления возбуждения на 16-й и 27-й позициях главная рукоятка не может быть перемещена дальше в сторону 37-й позиции. Это можно сделать только после возвращения тормозной рукоятки на нулевую позицию. Перевод главной рукоятки в сторону нуля при нахождении тормозной рукоятки на одной из позиций *ОП* вызывает переход тормозной рукоятки на нулевую позицию.

Если реверсивно-селективная рукоятка установлена в положение тормозного режима *П*, или *СП*, или *С*, то тормозная рукоятка может быть переведена на 02-ю позицию, после чего появляется возможность передвинуть главную рукоятку на 1—15-ю позиции и только после этого можно будет передвинуть тормозную рукоятку до 15-й позиции.

Перевод тормозной рукоятки в обратном направлении возможен только до 1-й позиции. Только после этого главную рукоятку можно перевести на нулевую позицию, а затем и тормозную.

Такая зависимость между рукоятками достигается установкой на валах блокировочных шайб с прорезями и рычагов, которые взаимодействуют с этими шайбами или между собой.

Контроллер КМЭ-23Н. Он не приспособлен для управления рекуперативным режимом, поэтому имеет только главный вал, вал ослабления возбуждения и реверсивный вал, который на подшипниках насажен на вал ослабления возбуждения. Главная рукоятка имеет нулевую и 48 позиций, из которых 23, 38 и 48-я — ходовые, а остальные — пусковые. Ослабление возбуждения включают рукояткой, расположенной так же, как и тормозная рукоятка контроллера машиниста КМЭ-8. Эта рукоятка перемещается только против часовой стрелки и имеет, кроме нулевой позиции, четыре позиции ослабления возбуждения. Реверсивная рукоятка имеет нулевое положение и два рабочих: *Вперед* и *Назад*. На контроллере

КМЭ-23Н рукоятки также заблокированы. Главная рукоятка на нулевой позиции запирается съемной реверсивной рукояткой, установленной в нулевое положение. Перевод главной рукоятки возможен только после перевода реверсивной рукоятки в одно из рабочих положений: *Вперед* или *Назад*. При переводе главной рукоятки с нулевой позиции реверсивную рукоятку перевести невозможно. На 23, 38 и 48-й позициях возможен перевод рукоятки ослабления возбуждения на позиции *ОП*. При этом на 23-й и 38-й позициях главная рукоятка не может быть переведена дальше в сторону 48-й позиции. Перемещение главной рукоятки в сторону нулевой позиции при включенном *ОП* должно вызвать автоматический перевод рукоятки ослабления возбуждения на нулевую позицию.

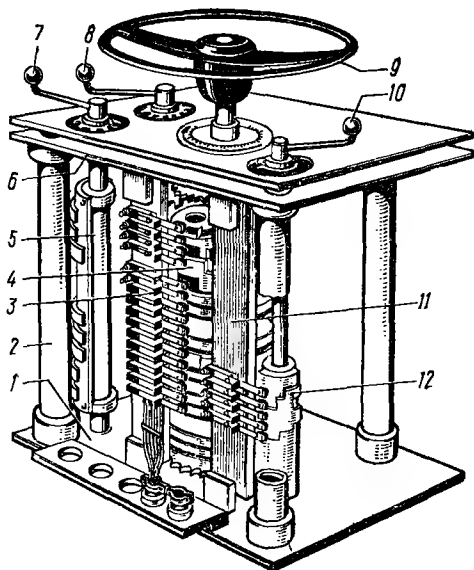


Рис. 203. Контроллер машиниста 12KR

Контроллеры 12KR и 20KR. Электровозы ЧС2 имеют контроллеры машиниста барабанного типа 12KR и несколько отличные от них в связи с изменением схемы, но одинаковые по конструкции основных деталей и узлов контроллеры машиниста 20KR.

Контроллер 12KR имеет пять барабанов: отключающий, реверсивный, управления, командный и ослабления возбуждения.

Барабаны через подшипники установлены в верхнем 6 (рис. 203) и нижнем 1 листах каркаса контроллера. Листы соединены четырьмя стойками 2.

Контактные пальцы 3 контроллера машиниста укреплены на изоляционных стойках 11. При включении контактные пальцы касаются медных сегментов барабанов. Контакты рассчитаны на ток 6 А.

Съемной рукояткой 8 управляют отключающим барабаном, имеющим нулевое положение, при котором запираются другие валы и можно снять рукоятку, рабочее при нормальной работе всех тяговых двигателей и три положения работы электровоза с различными отключенными двигателями.

Реверсивный барабан 5 с рукояткой 7 имеет пять положений: среднее — нулевое, два положения для движения вперед, одно при нормальной работе — *ХВП* и одно при отключенном тяговом двигателе — *Авар. ХВП* и два положения для движения назад — соответственно *ХНЗ* и *Авар. ХНЗ*.

Штурвал 9 насажен на барабан управления и имеет нулевую, подготовительную X и 42 рабочие позиции, соответствующие позициям главного переключателя. Из них 20, 33 и 42-я позиции являются ходовыми. С барабаном управления через специальную пружину связан командный барабан 4. На его валу находится блокировочная шайба с впадинами, в которые попеременно входят защелки двух электромагнитов, управляемых блокировочными контактами главного переключателя. Эта связь обеспечивает строгое соответствие позиций командного барабана и главного переключателя с отклонением не более одной позиции, независимо от положения барабана управления.

Рукоятка 10 барабана ослабления возбуждения 12 имеет шесть позиций: нулевую, соответствующую полному возбуждению, и пять позиций ослабления возбуждения I—V.

Все барабаны имеют взаимное блокирование, исключающее ошибочные действия машиниста.

В контроллере машиниста 20KR на месте отключающего барабана находится тормозной барабан, имеющий два положения, соответствующих тяговому и тормозному режимам. Кроме того, в этом контроллере изменена схема соединений в связи с изменением схемы электровозов.

Контроллер KRD3. На электровозах ЧС2^г (63Е₁) применен контроллер машиниста KRD3, который управляет низковольтным промежуточным контроллером управления, имеющим электропневматический привод, одинаковый с приводом главного переключателя. Промежуточный контроллер воздействует на силовые аппараты.

Контроллер машиниста KRD3 имеет три горизонтальных кулачковых вала: главный (командный) 3 (рис. 204), реверсивный 2 и ослабления возбуждения 4. Кулачки 5 валов воздействуют на контакторные элементы 6. Реверсивным валом через коническую зубчатую передачу и вертикальный вал управляют с помощью реверсивной рукоятки 1, имеющей нулевое положение и два рабочих — ХВП, ХНЗ — для движения вперед или назад. Реверсивный вал запирается в нулевом положении электромагнитной защелкой. Главный вал 3 через коническую передачу соединен с вертикальным валом 7, находящимся нормально в верхнем положении. На валу 7 насажен штурвал управления. В этом положении штурвал 5 имеет пять положений: «Х», «+1», «+», «—1», «—». Из среднего положения «Х» штурвал переводят вручную в любое из остальных положений.

Из положений «+1», «+» и «—1» штурвал, после того как его отпустит машинист, автоматически вернется в положение «Х» под действием специальных возвратных пружин. Из положения «—» автоматически штурвал не возвращается.

Поочередный поворот штурвала из «Х» в «+1» и обратно вызывает поворот вала промежуточного контроллера на одну позицию и, например, вывод очередной секции пусковых резисторов. Аналогичные действия с использованием положения «—1» приводят к переходу на очередную позицию (низшую) вала промежуточного контроллера.

Поворот штурвала в положение «+» вызовет автоматический поворот вала промежуточного контроллера до последней 42-й позиции. В положении «—» вал промежуточного контроллера будет автоматически переходить в сторону меньших позиций до нулевой.

В положении «Х» при нажатии на штурвал вниз он вместе с валом 7 опускается на 26 мм (преодолеывая действие пружины). Вал 7 выходит из зацепления с главным валом и входит в зацепление с конической шестерней вала ослабления возбуждения. В этом положении поворот штурвала на позиции 1—5 вызовет включение соответствующей ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей. На любой позиции ослабления возбуждения на штурвал с валом нажимать сверху не нужно, так как они сами удерживаются в нижнем положении.

Контакторный элемент 5SV1 состоит из бакелитового корпуса 12 (рис. 205), на котором укреплен болт 1 с неподвижным серебряным контактом 2, болт 8 и шарнирно установлен бакелитовый рычаг 6, который качается в пазу А корпуса. На рычаг 6 опирается изогнутый пружинный рычаг 4 с серебряным контактом 3. Он вращается в точке В рычага 6 и соединен с болтом 8 медным гибким шунтом 7. Подвижной контакт прижимается к неподвижному под действием пружины 11, которая упирается сверху в корпус 12,

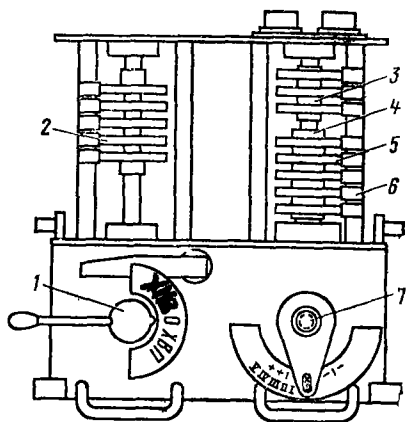


Рис. 204. Контроллер машиниста KRD3

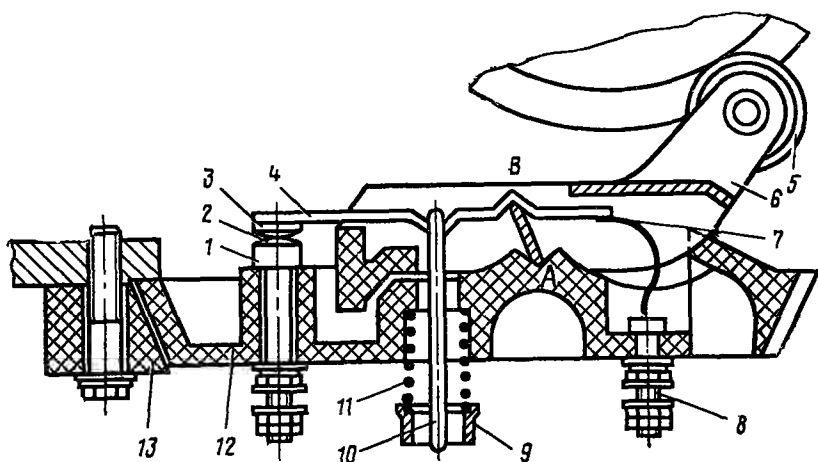


Рис. 205. Контакторный элемент 5SV1

а снизу в фигурную шайбу 9, связанную через хомут 10 с рычагом 4. Бакелитовый рычаг через шариковый подшипник 5 прижимается к кулачку кулачкового вала под действием пружины 11. Выступающая часть кулачка нажимает на шариковый подшипник 5, поворачивает рычаги 6 и 4 по часовой стрелке, размыкая контакты. Контакты включаются, когда шариковый подшипник 5 окажется на части кулачка с меньшим диаметром. Контактные элементы укрепляют в контроллере бакелитовой пластиной 13.

§ 63. Промежуточный контроллер электровоза ЧС2^г

Промежуточный контроллер 1KND1 (рис. 206) состоит из рамы 23, пневматического привода 2, редуктора 19 и механизма, находящегося внутри корпуса 12.

Пневматический привод, аналогичный приводу главного контроллера электровоза ЧС2, соединен с редуктором через муфту 22.

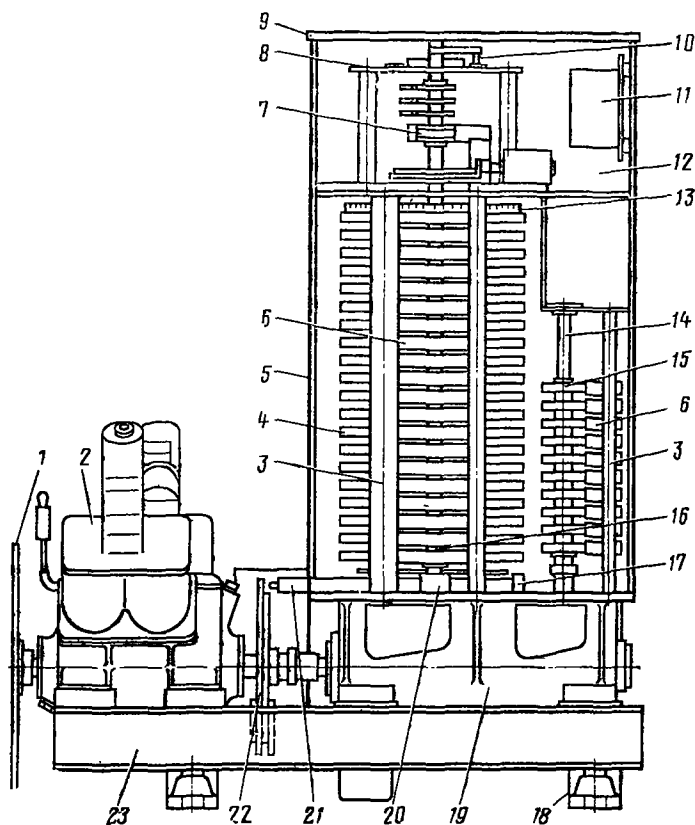


Рис. 206. Промежуточный контроллер управления

В корпусе 12 находится главный вал 16 с кулачковыми шайбами 4 и вспомогательный вал 14 с кулачковыми шайбами 15. Главный вал соединен с пневматическим приводом через редуктор, имеющий две цилиндрические и одну коническую передачи с общим передаточным числом 1 : 24. При повороте коленчатого вала пневматического привода на 180° (два шага) главный вал поворачивается на $7,5^\circ$. Этот вал имеет нулевую и 42 рабочие позиции. Вспомогательный вал соединен с пневматическим приводом через коническую передачу с передаточным отношением 1 : 1.

Кулачковые шайбы обоих валов воздействуют на контакторные элементы 6 SKAD1, укрепленные на стойках 3 и включенные в цепи управления индивидуальных электропневматических контакторов. Эти контакторные элементы конструктивно отличаются от рассмотренных ранее и имеют двойной разрыв цепи.

В нижней части главного вала имеется тормоз для создания повышенного сопротивления вращению и четкой остановки вала. Тормоз состоит из рычага 17, прижимаемого к тормозной поверхности диска регулируемые пружинами. На главном валу установлен остановочный рычаг 20, который ограничивает его поворот. Он может вращаться только в пределах от нулевой до 42-й позиции. В крайних положениях вала рычаг 20 включает механическую защелку 21, препятствующую повороту муфты 22 в нерабочем направлении.

Для дистанционного определения позиций главного вала в верхней части контроллера находится изолированная плита 8 с контактными пластинами, расположенными по окружности. Между пластинами включены резисторы сопротивлением по 10 Ом каждый. Последовательно включенные резисторы подключены под напряжение цепи управления через стабилизатор напряжения 11.

На главном валу укреплен контактный палец 10, который на каждой позиции замыкается с соответствующей контактной пластиной и снимает часть стабилизированного напряжения. На 1-й позиции контроллера это напряжение будет наименьшим, на последующих позициях оно увеличивается и наибольшее значение его будет на 42-й позиции. Напряжение, снимаемое контактным пальцем, через контактное кольцо 7 и неподвижный палец, укрепленный в контроллере, подводится к вольтметрам, установленным в кабинках машиниста. На шкалах вольтметров вместо цифровых значений напряжения показаны номера позиций.

На главном валу промежуточного контроллера также есть шкала 13 с указанием номеров позиций, а на корпусе укреплен стрелка, против которой устанавливается деление шкалы. Корпус 12 состоит из каркаса с приварными стенками 5. Сверху он закрыт крышкой 9. Провода к контакторным элементам и контактным пальцам подводятся через четыре контактных разъема. Для вращения привода вручную предусмотрен штурвал 1.

Промежуточный контроллер устанавливают на четыре опоры 18 и крепят болтами. Все контакты контроллера рассчитаны на ток 6 А. Масса его — 280 кг.

§ 64. Электромагнитные вентили

Включающий и выключающий вентили отечественных электро-возов. Для впуска сжатого воздуха в пневматические цилиндры электропневматических приводов аппаратов или для выпуска воздуха из них на электровозах применяют электромагнитные вентили.

Вентили бывают включающего и выключающего типов. Вентиль включающего типа при подаче на его катушки напряжения цепи управления или, как говорят, при возбуждении впускает сжатый воздух в цилиндр аппарата, а при снятии возбуждения выпускает воздух из цилиндра. Вентиль выключающего типа при включении катушки выпускает сжатый воздух из цилиндра в атмосферу, а при выключении катушки соединяет цилиндр аппарата с резервуаром цепи управления, в котором находится запас сжатого воздуха.

Катушка 3 (рис. 207, а, б) вентили насажена на сердечник 5 магнитопровода, в который также входит ярмо 4 и якорь 2. Внутри сердечника проходит ствол 6, соединенный в нижней части с бронзовыми коническими клапанами А и Б. Эта система отжимается вверх пружиной 8. Клапаны разделяют три полости, соединенные: верхняя — с атмосферой; средняя — с цилиндром аппарата; нижняя, закрытая снизу пробкой 7, — с резервуаром управления электровоза. Сверху якорь закрыт крышкой 9 с возвратной кнопкой 1.

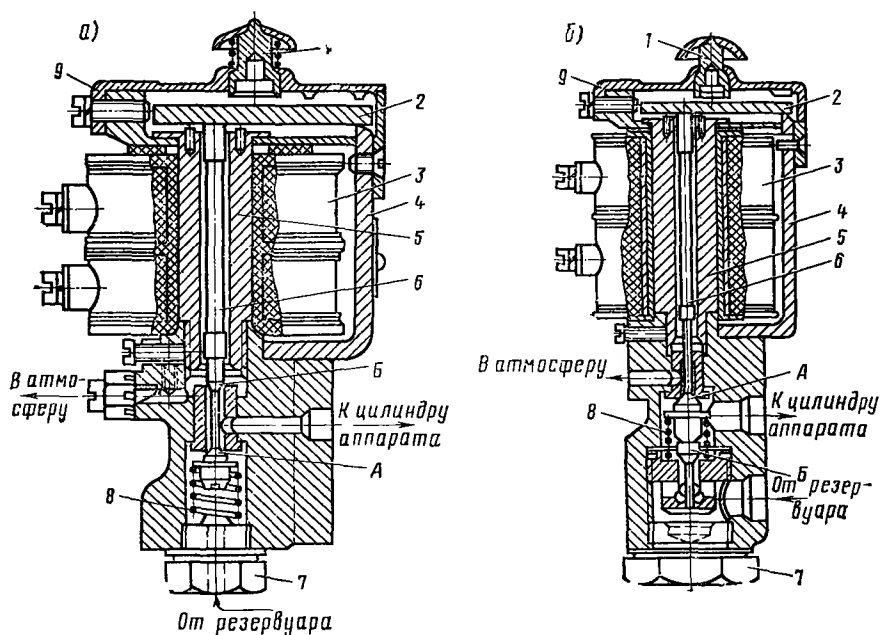


Рис. 207. Электромагнитный вентиль:
а — включающий; б — выключающий

Нажимая на эту кнопку, включают вентиль вручную при проверке работы клапанов.

У вентиля включающего типа (ВВ) при невозбужденной катушке закрыт клапан *А* (см. рис. 207, *а*) и открыт клапан *Б*, соединяющий пневматический цилиндр с атмосферой. Если подать питание на катушку 3, якорь притянется к сердечнику и опустит стержень 6 клапана, сжимая пружину 8. Клапан *Б* закроется, а клапан *А* откроется и пропустит сжатый воздух в цилиндр аппарата. Вентиль выключающего типа (ВКВ) при выключенной катушке держит клапан *А* (см. рис. 207, *б*) закрытым, а клапан *Б* — открытым, соединяя пневматический цилиндр аппарата с резервуаром управления. Возбуждение катушки вызывает притяжение якоря к сердечнику и перемещение стержня 6 и клапанов вниз. Клапан *Б* прекращает подачу воздуха от резервуара, а открывшийся клапан *А* соединит цилиндр аппарата с атмосферой.

Рассмотренные типы вентиля применяют на всех отечественных электровозах.

Электромагнитный вентиль чехословацких электровозов. На них применены вентили включающего типа, отличающиеся конструкцией отдельных частей от отечественных вентиляей.

Катушка 2 (рис. 208) насажена на сердечник 1 магнитопровода. Якорь 3 плунжерного типа жестко соединен с кнопкой 4 и далее упруго через пружину 5 и стержень 6 с клапанами 8. У вентиля применены клапаны тарельчатого типа с уплотнением из специальной масло- и морозостойкой резины.

Клапанная коробка 7 имеет три полости: верхнюю, соединенную через отверстие *А* с атмосферой, среднюю, соединенную через отверстие *Б* с пневматическим цилиндром аппарата, и нижнюю, к которой подключена пневматическая система через отверстие *В*.

При невозбужденной катушке подвижные части под действием пружины 9 занимают верхнее положение. Через верхний клапан цилиндр аппарата соединен с атмосферой. Нижний клапан перекрывает нижнюю и среднюю полости. Если возбудить катушку, якорь притягивается к сердечнику, опустится вместе с кнопкой и через пружину 5 и стержень 6 упруго воздействует на клапаны. Преодолевая действие пружины 9, клапаны опустятся. Верхний отсоединит пневматический цилиндр аппарата от атмосферы, а нижний соединит его с пневматической системой и пропустит в него сжатый воздух.

В приводе главного переключателя или промежуточного контроллера управления электромагнитный вентиль управляет специальным воздушораспределителем, от которого воздух поступает в соответствующие полости цилиндров. В корпусе 6 (рис. 209) воздушораспределителя высверлены каналы и выточены цилиндрические полости, в которых находится подвижная система, состоящая из поршней 3 и 8 с уплотняющими кольцами соответственно 2 и 7, соединенными вместе штоком 4. На штоке в специальных выточках находятся четыре уплотняющих кольца 5. Сжатый воздух подведен в полость *Ж* через канал *Г*. Сверху корпус закрыт крышкой 9, сни-

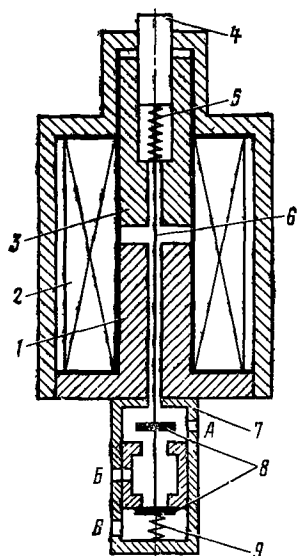


Рис. 208. Включающий вентиль электровозов ЧС

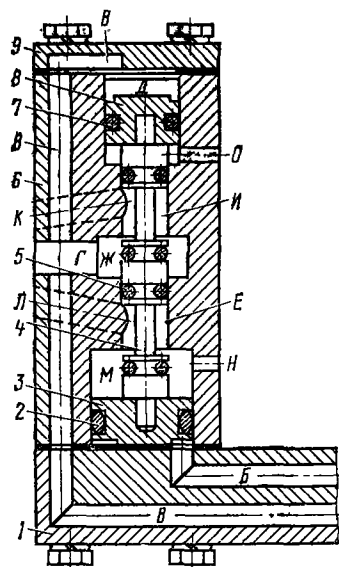


Рис. 209. Воздухораспределитель прп-вода главного переключателя

зу — крышкой 1. К нижней крышке справа крепится электромагнитный вентиль так, чтобы его отверстия Б и В (см. рис. 208) совпали с отверстиями Б и В (см. рис. 209) воздухораспределителя. При невозбужденном вентиле канал Б соединен с атмосферой, а по каналу В, соединенному с пневматической системой, сжатый воздух поступает в полость Д и, воздействуя на поршень 8, перемещает подвижную систему вниз. Полость И, соединенная через канал К с полостью одного из цилиндров привода главного переключателя, оказывается отсоединенной от атмосферного отверстия О и соединенной с полостью Ж, а следовательно, с источником сжатого воздуха. Полость второго цилиндра привода главного переключателя соединена через канал Л с полостью Е и далее с полостью М и атмосферным отверстием Н. Возбужденный вентиль соединяет полости с отверстиями В и Б (см. рис. 208). Следовательно, сжатый воздух при возбужденном вентиле появится и в канале Б воздухораспределителя (см. рис. 209) и под поршнем 3. Так как площадь поршня 3 больше площади поршня 8, подвижная система переместится в верхнее положение. Полость И, а следовательно, и полость цилиндра привода главного контроллера, соединенная с каналом К, будут сообщаться с атмосферой через отверстие О, а канал Л с соответствующей полостью цилиндра привода переключателя и полостью Е отсоединится от атмосферы и соединится с полостью Ж — источником сжатого воздуха. Следовательно, воздухораспределитель позволяет одним вентилем управлять поступлением большого количества воздуха поочередно в два цилиндра привода главного переключателя.

§ 65. Электропневматические клапаны

Электропневматические клапаны применяют в тех случаях, когда нужно быстро пропустить большое количество воздуха, на которое клапаны электромагнитных вентилей не рассчитаны.

Электропневматический клапан КП-17-09, называемый клапаном токоприемника, применяют для управления токоприемниками. Верхняя полость литого чугунного корпуса 3 (рис. 210) через отверстие *А* соединена с источником сжатого воздуха, средняя соединена с цилиндром токоприемника через отверстие *Б*. Нижняя полость соединена через дросселирующее устройство с атмосферой. В нижней полости находится поршень 12 с кожаным уплотнением, отжимаемый вниз пружиной 6. На короткий шток поршня опирается клапан 5, а на него — клапан 4. На этот клапан сверху нажимает пружина 2.

Сжатый воздух под поршень подается включающим вентилем 7. При невозбужденном вентиле поршень 12 находится внизу, клапан 4 закрыт, клапан 5 открыт и цилиндр токоприемника соединен с атмосферой.

Для подъема токоприемника нажимают соответствующие кнопки на кнопочных щитках и возбуждают катушку вентиля 7. Сжатый воздух от вентиля поступает под поршень, поднимает его, сжимая пружины 6 и 2, закрывает клапан 5 и открывает клапан 4. Сжатый воздух от источника через отверстие *А* поступает по широкому каналу клапана 4 и через отверстие *Б* направляется к цилиндру токоприемника. Когда катушка вентиля 7 выключается, поршень опускается, клапан 4 закрывается, клапан 5 открывается и через него сжатый воздух из цилиндра токоприемника попадает в дросселирующее устройство, состоящее из клапана 9, прижимаемого пружиной 10. В первый момент, когда давление выходящего воздуха велико, он отжимает клапан 9 и выходит в атмосферу через образовавшееся отверстие. Это способствует быстрому отрыву токоприемника от контактного провода. Когда давление воздуха снижается, пружина 10 сдвинет клапан влево. Широкий канал им перекрывается и воздух выходит через узкий винтовой канал в клапане. Замедление выхода воздуха позволит раме токоприемника замедлить падение и ударить по буферу токоприемника с меньшей силой. Давление, при котором клапан 9 смещается, регулируют болтом 11. Верхняя полость клапана закрыта пробкой 1. Время наполнения цилиндра токоприемника можно регулировать, изменяя сечение отверстия *А* винтом 8.

Электропневматический клапан КП-17-09 рассчитан на работу при давлении воздуха от 3,75 до 6,75 кгс/см². Ток срабатывания при давлении 5 кгс/см² — 0,185 А. Масса клапана — 7,67 кг.

Аналогичное устройство имеют электропневматические клапаны типов: КП-1 — для подачи сжатого воздуха к звуковым сигналам на отечественных электровозах, КП-016Т — для подачи сжатого воздуха к цилиндрам противоразгрузочного устройства, а также в устройстве автоматического торможения при срыве рекуперации

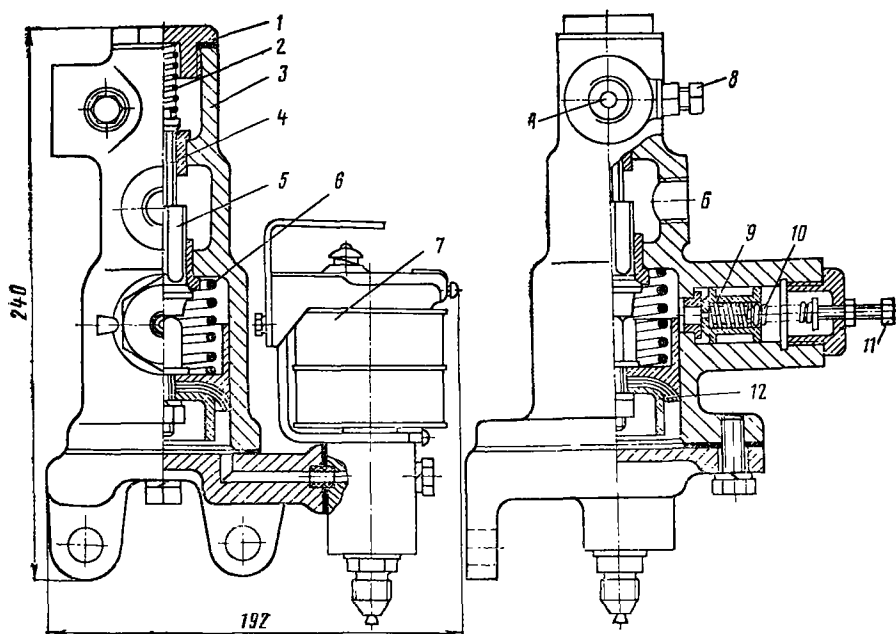


Рис. 210. Электропневматический клапан КР-17-09

независимо от положения рукоятки крана машиниста на электровазонах ВЛ10. Клапаны обоих типов устроены так же, как и КР-17-09, с той лишь разницей, что они не имеют регулирующего болта 8 и дросселирующего устройства. Аналогичен им по устройству и клапан песочницы КР-1А, но он не имеет электромагнитного вентиля и сжатый воздух под поршень подается машинистом вручную при нажатии на рукоятку клапана КР-17-03А.

На электровазонах ВЛ10 более поздних выпусков вместо электропневматических клапанов КР-17-09, КР-1, КР-1А, КР-016Т применены соответственно клапаны КР-41, КР-39, КР-40, КР-53, отличающиеся тем, что на них применены резиновые уплотнения вместо клапанов и резиновые манжеты на поршнях вместо кожаных.

§ 66. Электроблокировочные клапаны.

Пневматические и автоматические выключатели управления

Электроблокировочный клапан КЭ-44. В режиме рекуперации необходимо исключить одновременное действие воздушных тормозов, чтобы избежать заклинивания и юза колесных пар. С этой целью применяют электроблокировочные вентили, называемые также вентилями электрического торможения или вентилями регенерации.

Электроблокировочный клапан КЭ-44 электровоза ВЛ10, аналогичный по устройству клапану Э-104Б электровозов ВЛ8, устроен следующим образом. В литой корпус 2 (рис. 211) клапана с патрубками для соединения с воздухораспределителем (вверху) и с тормозным цилиндром (внизу) запрессована втулка 3, в которой находится золотник 10. Золотник соединен с поршнем 7 и разгружающим поршнем 12, находящимся в крышке 1. В правой части стоит электромагнитный вентиль 4 включающего типа. При невозбужденном вентиле полость 6 правее поршня 7 через отверстие 5 и верхний клапан вентили соединена с атмосферой. Включение воздушных тормозов вызывает подачу сжатого воздуха от воздухораспределителя. Этот воздух входит в золотниковую камеру 11 и давит на поршни 7 и 12. Площадь поршня 7 больше, поэтому система поршней с золотником 10 при давлении воздуха $3,5\text{--}3,8\text{ кгс/см}^2$ смещается вправо, открывая отверстие 9, и сжатый воздух проходит к тормозным цилиндрам. При включении рекуперативного торможения (начиная с 3-й позиции тормозной рукоятки) возбуждается вентиль 4 и в полость 6 через нижний клапан вентили и отверстие 5 поступит сжатый воздух из тормозной магистрали. При давлении в ней более $3,7\text{ кгс/см}^2$ сила, действующая на поршень 7 справа, и сила, действующая на разгружающий поршень 12, окажутся больше силы, действующей на поршень 7 слева. Система поршней смещается влево, тормозные цилиндры разъединяются с воздухораспределителем и через отверстие 8 соединяются с атмосферой. Таким образом, при включении рекуперации воздушное торможение

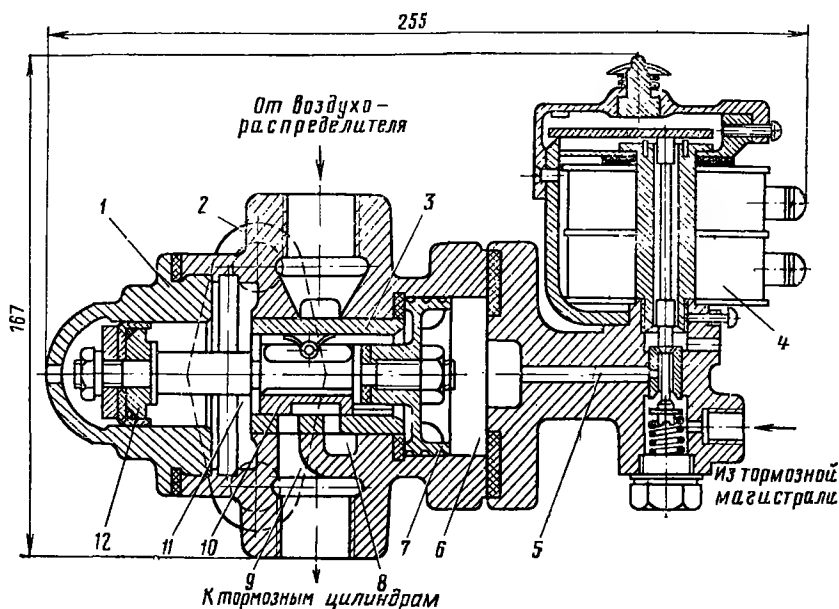


Рис. 211. Электроблокировочный клапан КЭ-44

электропоезда не может включиться. Но если при рекуперации будет включено экстренное торможение поезда и давление в тормозной магистрали снизится до $2,5 \text{ кгс/см}^2$ и ниже, а следовательно, уменьшится и сила, действующая справа на поршень 7, то под действием сжатого воздуха от воздухораспределителя система поршней сместится вправо и начнется воздушное торможение. Рекуперативное торможение при этом будет снято, так как выключится быстродействующий выключатель под действием пневматического (на ВЛ10) или автоматического (на ВЛ8) выключателя управления. Масса клапана КЭ-44 6,2 кг.

Пневматический выключатель управления ПВУ-2. Внутри корпуса 2 (рис. 212), закрытого сверху пробкой 7 и снизу крышкой 12, находятся поршень 15 с резиновым уплотнением 14, шток 16 и пружина 3. На штоке укреплен поршень 1 с фиксирующей канавкой, в которую входит верхний 8 или нижний фиксирующий шарик, прижимаемый к поршню толкателями 10 под действием пружин 9. Нажатие пружин можно регулировать нажимными болтами с гайками 11. Со штоком 16 связан рычаг 4, воздействующий на контактный элемент 5. Контактный элемент и его привод закрыты полистироловым кожухом 6.

Через отверстие в крышке 12 под поршень 15 подводят сжатый воздух от тормозной магистрали. При давлении более $4,5—4,8 \text{ кгс/см}^2$ подвижная система, преодолевая силу пружины 3 и усилие нижнего шарикового фиксатора 13, четко переводит шток вверх до упора поршня 15 в корпус и до фиксации поршня 1 верхним шариковым фиксатором. Шток 16 через рычаг 4 воздействует на включение контактного элемента. Снижение давления в тормозной магистрали до $2,7—2,9 \text{ кгс/см}^2$ и ниже приведет к перемещению

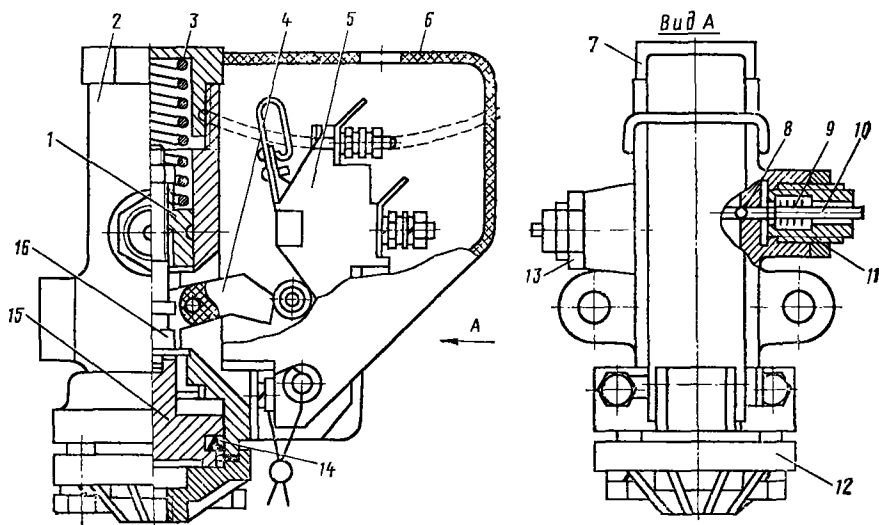


Рис. 212. Пневматический выключатель управления ПВУ-2

подвижной системы вниз и выключению контакторного элемента 5. Ход штока ПВУ-2 5—6 мм. Длительный ток контакторного элемента 35 А. Разрыв контактов 5—8 мм. Масса выключателя ПВУ-2 3,5 кг.

Автоматический выключатель управления Э-119. Он выполняет на электровозе ВЛ8 те же функции, что и ПВУ-2 на электровозе ВЛ10, но конструктивно выполнен иначе. В корпусе 2 (рис 213) находится поршень 1 со штоком 4, отжимаемые вниз пружиной 3. В верхней части штока находится изоляционная втулка 5 с контактным кольцом 7. С боков от втулки укреплены на изоляционном кольце 8 контакты 6. В средней части шток имеет утолщение для фиксации его верхним справа и нижним слева стопорными штифтами 10 с регулировочными винтами 9. Пространство под поршнем 1 соединено с тормозной магистралью. При давлении сжатого воздуха в ней более 4,5—4,8 кгс/см² подвижная система находится в верхнем положении, контакты 6 замкнуты кольцом 7. Снижение давления ниже 2,9 кгс/см² вызывает перемещение подвижной системы вниз, размыкание контактов 6, а следовательно, отключение быстродействующего выключателя. Длительный ток контактов 3 А. Масса Э-119 3,2 кг.

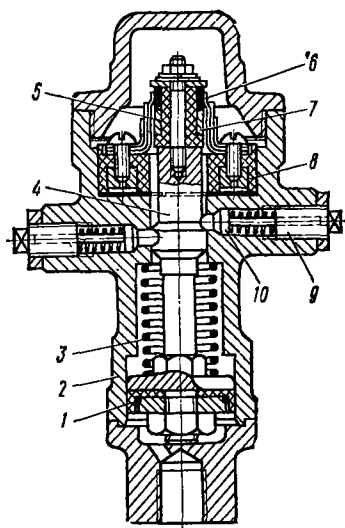


Рис. 213. Автоматический выключатель управления Э-119

§ 67. Регулятор давления противоразгрузочного устройства

Регулятор давления предназначен для автоматического изменения давления в цилиндрах противоразгрузочного устройства в зависимости от тока тяговых двигателей, а значит, от реализуемой силы тяги.

На электровозах ВЛ10 применены регуляторы давления РД-012, состоящие из электромагнитной системы и редуктора давления. Электромагнитная система состоит из магнитопровода 12 (рис. 214) с сердечником 11 и якорем плунжерного типа 5 и силовой катушки 8, по которой идет ток тягового двигателя. Якорь перемещается в латунной втулке 6. Сердечник изолирован изоляционными трубками 7 и 9 и прессованными изоляторами 10. Сверху электромагнит закрыт крышкой 4, в которую ввернута резьбовая втулка 2, с помощью которой регулируют натяжение пружины 3. В торец якоря 5 ввернут винт 1, которым регулируют зазор якоря. Снизу через муфту 14 электромагнитная система соединена с

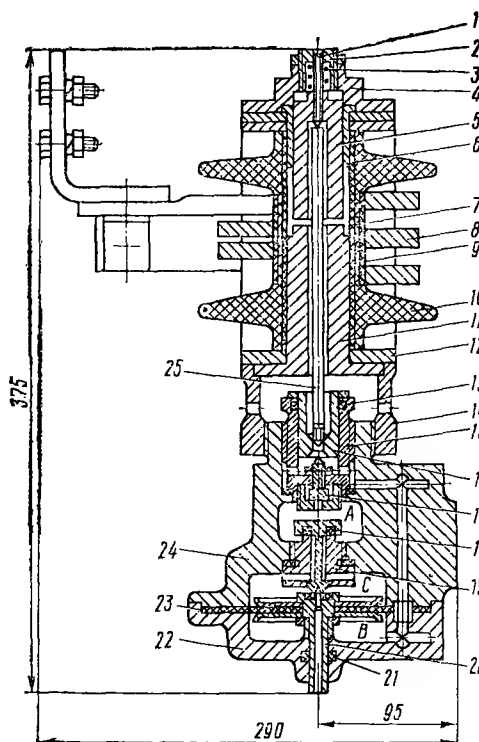


Рис. 214. Регулятор давления РД-012

корпусом 24 редуктора давления. Якорь 5 через шток 25 упирается в поршень 16, находящийся в резьбовой втулке 15 и имеющий уплотнение 13. Резьбовая втулка ввернута в корпус 24. Полость А редуктора давления соединена с источником сжатого воздуха давлением 8—9 кгс/см². Эта полость имеет малый клапан 17 и большой 18, перемещающийся в резьбовой втулке 19. Между корпусом 24 и крышкой 22 зажата резиновая диафрагма 23, с которой скреплена трубка 20, перемещающаяся в отверстии крышки 22, имеющей уплотнение 21. Трубка соединяет полость С при открытом отверстии с атмосферой.

При отсутствии тока в катушке 8 за счет веса подвижных частей электромагнитного привода и силы пружины 3 действует сила нажатия на поршень 16, который в свою очередь нажимает на малый

клапан 17, через который сжатый воздух из полости А начнет поступать под поршень 16. Когда сила сжатого воздуха немного поднимет поршень и освободит клапан 17, дальнейшее поступление воздуха под поршень прекратится. В этом положении давление под поршнем уравнивает силы, действующие на него сверху. Это начальное давление должно быть 1,2 кгс/см², его регулируют пружиной 3. Если теперь по катушке 8 пропустить ток за счет притяжения якоря к сердечнику, силы, действующие сверху вниз, увеличатся, поршень 16 опустится и откроет малый клапан. Давление под поршнем будет возрастать до нового равновесия сил. Одновременно по каналам в корпусе редуктора давления сжатый воздух идет в полость В. Диафрагма прогнется вверх и трубка 20 верхним концом нажмет на хвостовик большого клапана 18. Через него сжатый воздух из полости А пойдет в полость С, соединенную с цилиндрами противоразгрузочного устройства. Цилиндры будут наполняться сжатым воздухом до тех пор, пока давления в камерах В и С сравняются. При этом диафрагма займет среднее положение и хвостовик большого клапана будет только касаться верхней части трубки 20, перекрывая ее отверстие.

Когда ток в катушке 8 уменьшится, поршень 16 поднимется и полость под ним соединится с атмосферой. Сжатый воздух будет выходить до тех пор, пока давление под поршнем снова не уравнивает силы, действующие сверху вниз. При равенстве этих сил атмосферное отверстие перекроется. Одновременно уменьшится давление сжатого воздуха в полости В, диафрагма прогнется вниз и откроется атмосферное отверстие в трубке 20. Сжатый воздух будет выходить из полости С и из цилиндров противоразгрузочного устройства до нового равенства давлений в полостях С и В.

Таким образом, давление воздуха в полости С изменяется пропорционально изменению тока тяговых двигателей.

Регулятор давления регулируют следующим образом: вывинчивают резьбовую втулку 2, снимают пружину 3 и регулировочным винтом 1 устанавливают зазор между сердечником 11 и якорем 6—8 мм и винт закрепляют контргайкой. После этого ставят пружину с резьбовой втулкой, поворачивая которую получают при токе 480 А давление в цилиндрах противоразгрузочного устройства 2,7—3,3 кгс/см² и при токе 670 А — 4,5 кгс/см². Если одно из этих давлений получить не удастся, нужно изменить зазор между сердечником и якорем. Катушка регулятора давления рассчитана на длительный ток 500 А. Масса его равна 23 кг.

§ 68. Реле и регуляторы низкого напряжения

Промежуточные реле. Промежуточным реле называют аппарат, включаемый в цепь другого — основного аппарата, не имеющего нужного количества блокировочных контактов, или когда эти контакты недостаточны по мощности.

Катушка 2 (рис. 215, а) промежуточного реле РП-472 установлена на сердечнике магнитопровода 3, закрепленного на основании 1. Якорь 4 отжимается от сердечника пружиной 6, имеющей регулировочное устройство 5, воздействующее на блокировку 7.

При невозбужденной катушке реле якорь под действием пружины 6 повернут по часовой стрелке и нажимает на шток 11 (рис. 215, б). Включение катушки приводит к притяжению якоря к сердечнику и освобождению штока 11, который поднимается вверх пружиной 9. На штоке через изоляционные втулки и пружины 10 свободно установлены подвижные контакты 12. Неподвижные контакты 13 укреплены на панели 8 блокировочного устройства, которое имеет четыре пары контактов: две верхние, замкнутые при верхнем положении штока, а следовательно, при возбужденном реле — замыкающие; две нижние пары, замкнутые при нижнем положении штока, — размыкающие. Такое же устройство имеет и реле РП-280, а реле РП-473 и РП-282 отличаются типом блокировочных контактов — у них все четыре пары контактов замыкающие.

Катушки промежуточных реле рассчитаны на напряжение 50 В. Блокировочные контакты на ток 5 А. Провал контактов 2—3 мм; разрыв контактов не менее 4 мм. Масса реле 2,5 кг.

На электровозах ВЛ8 применены промежуточные электромагнитные реле несколько иного конструктивного исполнения типов РП-2/1 и РП-0/4. Здесь числитель показывает число размыкающих блокировочных контактов, а знаменатель — замыкающих. Эти реле имеют большую массу — 4,6 кг.

Реле времени. Их используют для воздействия одного аппарата на другой через время, определяемое уставкой реле. На электровозе ВЛ10 задержка срабатывания до 5 с необходима для выдерживания малоподвижного контакта БВЭ-ЦНИИ в смещенном положении при включении выключателя и для ограничения времени включения счетчика срабатываний БВП-5. Отключение быстродействующего выключателя БВП-5 с задержкой по времени до 20 с необходимо в режиме рекуперации при параллельном соединении тяговых двигателей в случае срабатывания реле повышенного напряжения.

Для задержки срабатывания до 5 с применено реле времени РЭВ-814 электромагнитного типа. Магнитопровод реле состоит из сердечника 5 (рис. 216), ярма 1 и 8 и якоря 6. На магнитопровод надеты массивные медные или алюминиевые съемные демпферы 2 и 3 и катушка 4. На якоре укреплен планка 12, на которой находится система подвижных контактов 13. Якорь отжимается от сердечника пружиной 10 с регулирующим устройством 11, поворачиваясь на опоре у планки 9. Система неподвижных контактов 14 укреплен на магнитопроводе через пластину 15. Реле включают возбуждением катушки 4. После выключения тока этой катушки магнитный поток в магнитопроводе начнет снижаться. При этом в массивных демпферах, представляющих собой короткозамкнутые витки на магнитопроводе, будет наводиться э. д. с. и появится ток,

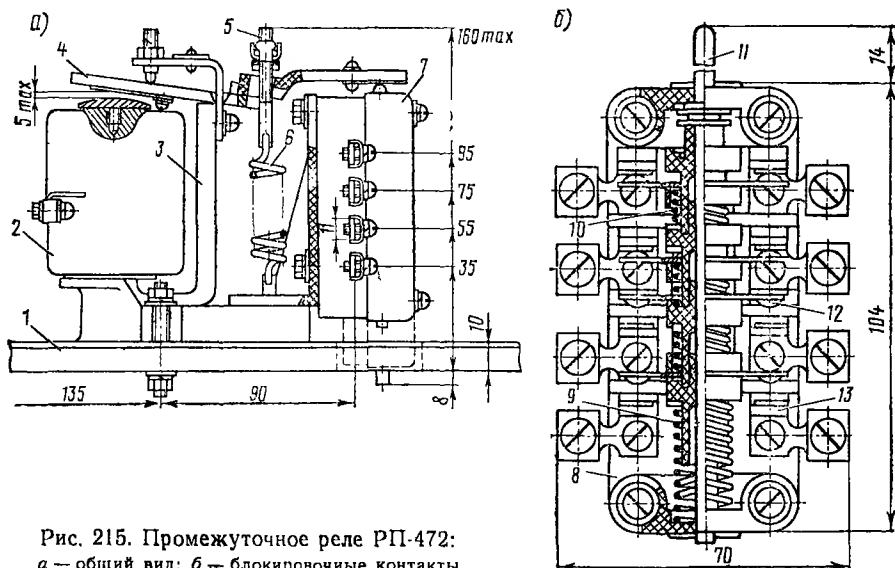


Рис. 215. Промежуточное реле РП-472:
а — общий вид; б — блокировочные контакты

поддерживающий магнитный поток. Этот магнитный поток задерживает уменьшение магнитного потока, наведенного катушкой, на продолжительное время — до нескольких секунд. Чем массивнее демпферы, тем большие токи в них наводятся и тем медленнее изменяется магнитный поток. Демпферы задерживают изменение магнитного потока и при включении реле. При неизменном токе в катушке и постоянном магнитном потоке демпферы никакого действия на работу реле не оказывают. Время срабатывания реле плавно регулируют натяжением пружин 10

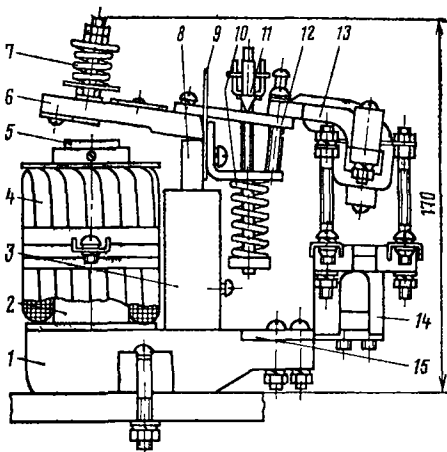


Рис. 216. Реле времени РЭВ-814

и 7. Пределы регулирования времени срабатывания реле 3—5 с; провал контактов 1,5—2 мм; разрыв контактов 3,5—4 мм; масса реле 2,6 кг. Реле времени ЭВ-143 позволяет изменять время срабатывания в пределах 1—20 с за счет часового механизма, который включается в работу электромагнитной системой

Аналогично устроены реле времени электровозов ЧС.

Реле оборотов. Они служат для отключения двигателей преобразователей в случае превышения допустимой частоты вращения, которое может появиться, например, при обрыве цепи обмотки независимого возбуждения. На валу двигателя преобразователя НБ-436А установлено реле оборотов РКО-028, на двигателе НБ-429 аналогичное реле РО-1 центробежного типа. Центробежный механизм, состоящий из массивного диска 1 (рис. 217) и удерживающей регулируемой пружины 2, связан с валом преобразователя. В неподвижном литом кожухе 7, укрепляемом на подшипниковом щите преобразователя, находятся отключающий рычаг 4 с пружиной 9 и рукояткой 8, защелка 3 с пружиной 10 и контактная система 6 с контактами 5. Кожух закрыт крышкой 11.

При нормальной частоте вращения защелка 3 под действием пружины 10 удерживает рычаг 4 в левом положении и контакты — во включенном положении. Контакты включены в цепь контактора двигателя преобразователя. Превышение допустимой частоты вращения 1780 об/мин вызывает смещение диска 1 под действием центробежной силы, превышающей действие пружины 2. Смещенный диск ударяет по выступу защелки 3, она опускается вниз и освобождает рычаг 4, который под действием пружины 9 смещается вправо, вызывая разрыв контактов и выключение контактора двигателя, предупреждая разнос якоря. Контакты рассчитаны на ток 5 А при контактном нажатии 0,18—0,2 кгс. Провал контактов 2—3 мм, разрыв 4 мм. Масса реле 8,7 кг.

Регуляторы напряжения. Эти аппараты обеспечивают постоянство напряжения на генераторах управления. Якоря генераторов управления насажены на валы двигателей вентиляторов, которые питаются от контактной сети. С изменением напряжения в сети изменяется частота вращения двигателя, а следовательно, и генератора управления и меняется э. д. с. и напряжение на нем. Кроме того, напряжение генератора управления не остается постоянным при изменении нагрузки цепей управления и освещения. Э. д. с. генератора пропорциональна частоте вращения и магнитному потоку. Поэтому при снижении частоты вращения э. д. с. и напряжение можно поддерживать за счет большего магнитного потока, а при увеличении частоты вращения — уменьшать магнитный поток.

Генераторы управления имеют параллельное возбуждение. Ток в обмотках возбуждения на отечественных электровозах регулируют вибрационными регуляторами напряжения СРН-7У-3. На панели 1 (рис. 218, а) укреплен магнитопровод, состоящий из ярма 6 и сердечника 8. На сердечнике установлена неподвижная катушка 7, а в кольцевом зазоре между ярмом и сердечником свободно перемещается подвижная катушка 9, укрепленная на легком алюминиевом рычаге 10. Рычаг имеет ось вращения А. В точке В с ним соединена пружина 4 с регулирующим устройством 5, а на верхнем конце находится подвижной угольный контакт 2, помещенный с зазором между неподвижными контактами 3 и 11.

Неподвижная и подвижная катушки включены последовательно между собой и последовательно с резисторами r_{II} и r_{IV} (рис. 218, б) под напряжение генератора управления. В цепь обмотки возбуждения генератора управления включены резисторы r_0 и r_I . Если напряжение генератора будет ниже 50 В, в цепи от плюса генератора

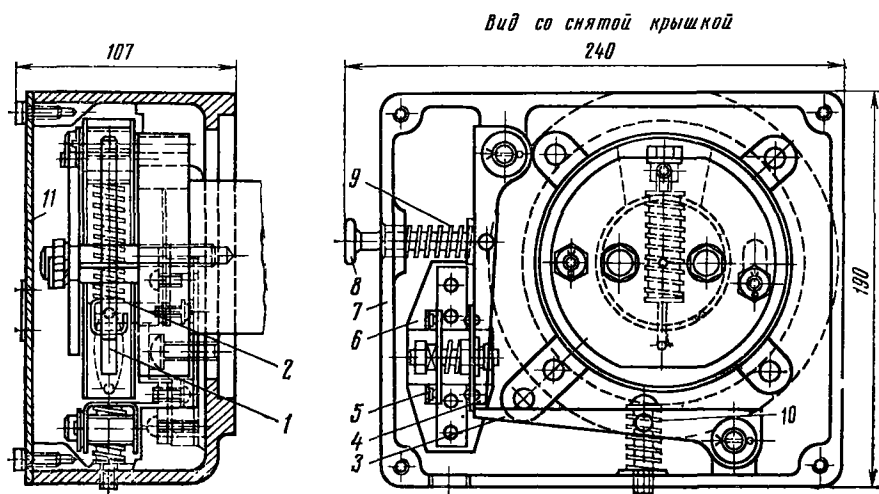


Рис. 217. Реле оборотов РКО-028

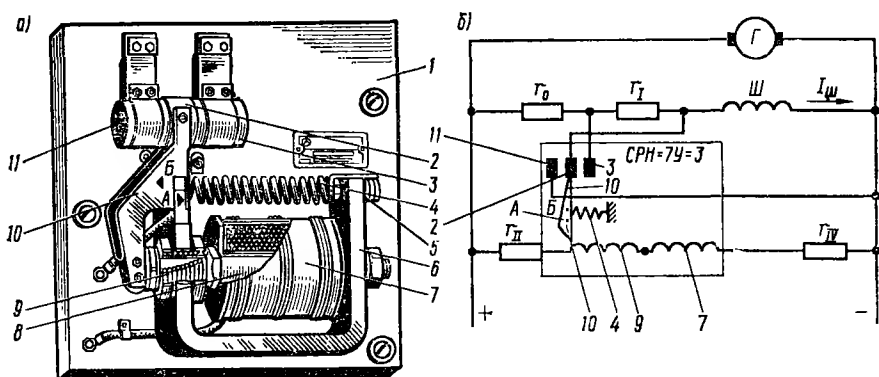


Рис. 218. Регулятор напряжения СРН-7У-3:

а — общий вид; б — схема включения

через резистор r_{II} , подвижную и неподвижную катушки СРН-7У-3 и резистор r_{IV} к минусу генератора пройдет меньший ток, чем при 50 В. Сила втягивания подвижной катушки в зазор магнитопровода будет меньше силы, создаваемой пружиной 4, и рычаг 10 повернется по часовой стрелке. Контакты 2 и 3 замкнутся и выведут из цепи обмотки возбуждения генератора управления резистор r_I . В связи с уменьшением сопротивления цепи обмотки возбуждения в ней пойдет больший ток, который вызовет увеличение магнитного потока, э. д. с. и напряжения на генераторе. Когда напряжение достигнет 50 В, ток в катушках возрастет и сила их взаимодействия превысит силу пружины 4. Якорь повернется против часовой стрелки, подвижной контакт 2 отойдет от неподвижного 3. В цепь обмотки возбуждения включится резистор r_I , и ток в ней начнет уменьшаться.

В том случае когда напряжение будет больше номинального (более 52 В), якорь под действием большего тока в катушках повернется против часовой стрелки еще дальше и подвижной контакт 2 замкнется с неподвижным 11, шунтируя обмотку возбуждения генератора управления. При этом ток в обмотке возбуждения начнет снижаться, уменьшая э. д. с. генератора и напряжения на нем, что вызовет отход подвижного контакта от неподвижного.

Все эти изменения в положении контактов происходят часто. Практически контакт вибрирует с частотой 50—100 Гц, поддерживая среднее напряжение от 48 до 52 В. Значение напряжения регулируют изменением натяжения пружины 4 регулировочным винтом 5.

При размыкании электрической цепи угольными контактами может возникнуть искрение, которое приведет к выгоранию мест соприкосновения контактов. Чтобы уменьшить такие подгары, держатели контактов выполнены биметаллическими. При нагревании контактов они изгибаются и меняют точки соприкосновения, что приводит к более равномерному износу контактов. Контакты рас-

0,5—1,5 мм. Масса СРН-7У-3 5,2 кг.

На электровозах ЧС2, ЧС2^т применены регуляторы напряжения, состоящие из двух реле, четырехкатушечного реле напряжения Е (рис. 219) и двухкатушечного DR. Якорь реле Е под действием регулируемой пружины стремится сместиться влево и замкнуть контакт К1. Ток в обмотке V, пропорциональный напряжению на генераторе управления Г, создает магнитный поток, стремящийся сдвинуть якорь вправо. Магнитный поток того же направления создает ток катушки S, который пропорционален току генератора и проявляется особенно при перегрузках генератора. Это влияние можно регулировать, изменяя положение ползунка на резисторе R_н.

Поддерживает этот поток и катушка *ZV*, включенная параллельно обмотке возбуждения генератора. В противоположном направлении создает магнитный поток катушка *ZS*. Реле *E* при замкнутом контакте *K1* подключает обмотку возбуждения генератора вместе с катушками *ZS* реле *E* и *S* реле *DR*, имеющими небольшие сопротивления, под напряжение генератора через якорь реле и контакт *K1* (рис. 220, *а*). В этом случае ток в обмотке возбуждения будет наибольшим (на рисунке показано жирной стрелкой). При смещении якоря вправо (см. рис. 219) контакт *K1* разомкнется, а *K2* еще не замкнется. В цепь обмотки возбуждения будет включен резистор *R4* (рис. 220, *б*) и ток возбуждения генератора уменьшится. Если якорь реле *E* сместится дальше вправо и замкнет контакт *K2*, то цепь обмотки возбуждения с катушками *ZS* и *S* шунтируется цепочкой, замыкаемой через реле *E*, контакт *K2*, катушку *V* реле

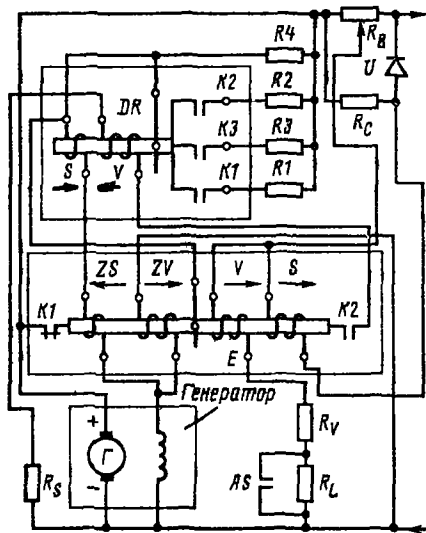


Рис. 219 Схема регулятора напряжения
чехословацкого электровоза

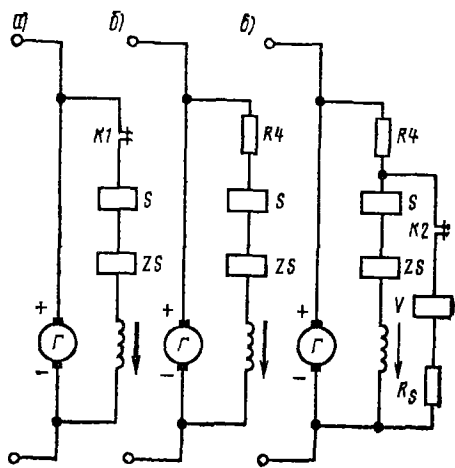


Рис 220 Схема работы регулятора
напряжения на различных стадиях
регулирования напряжения

DR и резистор R_s (рис. 220, *в*). При такой шунтировке ток в обмотке возбуждения еще больше снизится.

Положение якоря реле *Е* с контактами $K1$ и $K2$ (см. рис. 219) зависит от напряжения генератора управления. Контакт $K2$ замкнут при напряжении, меньшем номинального (50 В), контакт $K2$ — при большем. Практически якорь все время перемещается, т. е. вибрирует, и тем самым поддерживает номинальное напряжение.

Реле DR служит для более плавного регулирования напряжения, так как параллельно резистору $R4$ включает резисторы $R1$ или $R1$ и $R2$, или $R1$, $R2$ и $R3$, замыкая поочередно контакты $K1$, $K2$ и $K3$, и уменьшает падение напряжения в цепи обмотки возбуждения, особенно при схеме рис. 220, *б*. Оно работает аналогично реле *Е* (см. рис. 219). Пружина и катушка *V* стремятся якорь сместить влево и держать контакты разомкнутыми. Им противодействует катушка *S*, стремящаяся сдвинуть якорь вправо и замкнуть контакты.

При пуске двигателей вентиляторов генератор увеличивает частоту вращения и в обмотках наводится э. д. с. При напряжении ниже 50 В замкнут контакт $K1$ реле *Е*. Под действием тока в катушке *S* реле DR (при разомкнутой контактом $K2$ реле *Е* цепи катушки *V* реле DR) поочередно замкнутся контакты $K1$, $K2$ и $K3$ реле DR. Но влияния на работу генератора управления не окажут, так как резисторы шунтированы контактом $K1$ реле *Е*. При достижении 50 В контакт $K1$ реле *Е* разомкнется и в цепь обмотки возбуждения генератора включаются параллельно включенные резисторы $R1$, $R2$, $R3$ и $R4$, которые вызовут уменьшение тока возбуждения. В случае дальнейшего увеличения частоты вращения и увеличения э. д. с. генератора выше 50 В замкнется контакт $K2$ реле *Е* (см. рис. 220, *в*). Э. д. с. генератора будет снижаться. Одновременно за счет магнитного потока катушки *V* начнут поочередно размыкаться контакты $K3$, $K2$, $K1$ реле DR и сопротивление цепи обмотки будет возрастать, уменьшая ток в обмотке возбуждения генератора. Снижение э. д. с. генератора вызовет повторение рассмотренного цикла, который чередуется с большой частотой. Практически при работе генератора среднее напряжение 50 В достигается периодически замыканиями и размыканиями контактов $K2$, $K1$ и $K3$ реле DR и $K2$ реле *Е*.

Реле обратного тока. Реле обратного тока служит для автоматического отключения аккумуляторной батареи от генератора управления, когда напряжение на нем становится ниже напряжения батареи, и подключения батареи к генератору управления, когда напряжение на нем становится больше. Такая зависимость необходима для заряда аккумуляторной батареи от работающего генератора. При выключении генератора аккумуляторную батарею нужно отключить от него для предотвращения интенсивного ее разряда на обмотку якоря генератора, имеющую малое сопротивление.

Реле обратного тока Р-15 применяют на отечественных грузовых электровозах. На изоляционной панели 9 (рис. 221, *а*) укреплен магнитопровод, состоящий из ярма 7, сердечника 5 и

якоря 3. На сердечнике находятся две катушки — параллельная 4 и последовательная 11. Якорь оттягивается пружиной 6 с регулирующим устройством 8. На якоре укреплены подвижные контакты 13, замыкаемые в оттянутом положении якоря с контактом 14, а в притяннутом положении — с основным 10 и вспомогательным 12 неподвижными контактами. Ток к подвижному контакту подводят через гибкий медный шунт 2, регулируют нажатие контактов изменением высоты пружины 1, которая одновременно является и притирающей.

Если напряжение на генераторе управления Γ (рис. 221, б) равно нулю, то в последовательно включенных катушках — последовательной 11, параллельной 4 — и резисторе r_v тока нет. При отсутствии магнитного потока в магнитопроводе якорь 3 пружиной 6 отжат от сердечника и контакты реле 13 и 14 замкнуты и включают сигнальные лампы, а остальные — разомкнуты. При включении генератора управления по рассмотренной цепи пойдет ток. Когда напряжение на генераторе достигнет 48 В, ток в катушках наведет магнитный поток, достаточный для притяжения якоря к сердечнику, при противодействии пружины 6. Якорь притягивается, размыкает контакты сигнальных ламп и замыкает остальные контакты. Для удержания якоря достаточно меньшего по значению магнитного потока, поэтому вспомогательными контактами 13 и 12 часть витков параллельной обмотки выключается. Контакты 13 и 10 подключают аккумуляторную батарею к генератору управления. На электровозе ВЛ10 ее включают через резистор $P141-P144$. На остальных электровозах этого резистора в цепи нет.

Если напряжение генератора будет выше э. д. с. аккумуляторной батареи, то ток в последовательной катушке будет создавать магнитный поток того же направления, что и ток параллельной катушки, и реле останется включенным. Когда двигатель вентилятора будет выключен, частота вращения генератора управления и

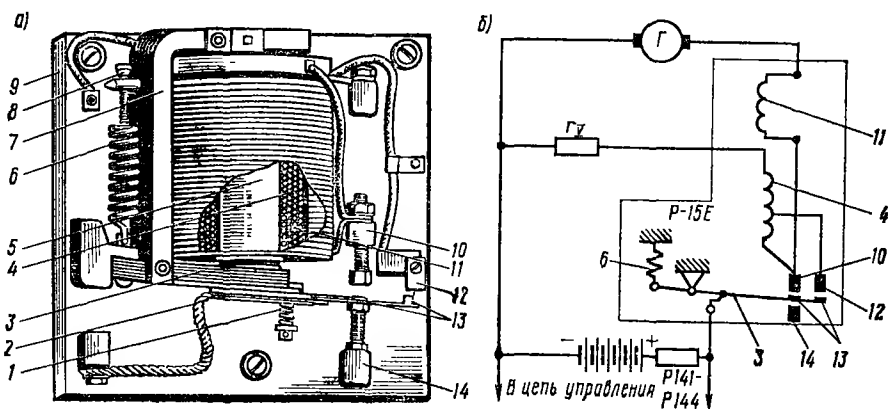


Рис. 221. Реле обратного тока:
а — общий вид; б — схема включения

его э. д. с. будут уменьшаться, и если эта э. д. с. окажется ниже напряжения на аккумуляторной батарее, ток в последовательной катушке изменит направление и пойдет от батареи к генератору. Магнитный поток этой катушки будет действовать встречно магнитному потоку параллельной катушки и при токе 2—2,5 А снизит поток в магнитопроводе настолько, что усилия пружины 6 окажется достаточно, чтобы якорь отошел от сердечника и реле выключилось.

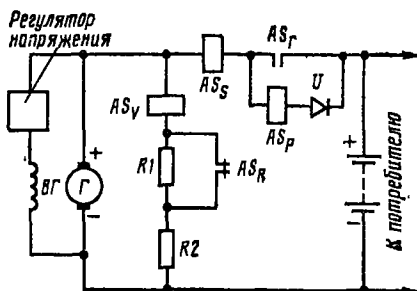


Рис. 222. Схема включения реле обратного тока AS

Параллельная катушка рассчитана на ток 1,35 А, последовательная и главные контакты — на 70 А при нажатии контактов 1 кгс. Провал этих контактов 2,5—3 мм, разрыв 6—7 мм. Вспомогательный контакт имеет нажатие 0,05 кгс, провал 6—7 мм, разрыв 4—5 мм. Масса реле 7,5 кг.

Реле обратного тока AS применяют на электровозах ЧС2 и ЧС2г, близкое по конструкции реле напряжения Е. Реле AS (рис. 222) имеет три катушки: последовательную AS_s , параллельную AS_v и включающую AS_p . В катушку AS_v включены резисторы $R1$ и $R2$, причем при отключенном реле резистор $R1$ шунтируется контактами AS_R . Катушка AS_p включена последовательно с германиевым вентилем U и при включенном реле шунтируется главными контактами AS_r реле.

При неработающем генераторе управления Γ контакты AS_r разомкнуты и низковольтные цепи электровоза питаются от аккумуляторной батареи. По обмоткам реле ток не проходит. После включения генератора и наведения э. д. с. по обмотке AS_v проходит ток, который зависит от сопротивления катушки AS_v и резистора $R2$. Когда напряжение на генераторе превысит напряжение аккумуляторной батареи, пойдет ток от генератора через катушки AS_s , AS_p и вентиль U к потребителю. Магнитные потоки, создаваемые тремя катушками, создают силу, противодействующую выключающей пружине, и при разности напряжений на генераторе и аккумуляторной батарее 3—7 В якорь притянется и реле включится, обеспечивая заряд аккумуляторной батареи и питание потребителей. Для удержания якоря требуется меньший магнитный поток, поэтому катушка AS_p шунтируется главными контактами AS_R , а в цепь катушки AS_v вводится дополнительно резистор $R1$ (за счет отключения контактов AS_R), уменьшающий ток, а следовательно, и магнитный поток катушки.

В случае выключения двигателя вентилятора генератор уменьшает частоту вращения и э. д. с. Когда э. д. с. генератора будет меньше напряжения аккумуляторной батареи, ток в катушке AS_s изменит направление и его поток будет противодействовать потоку катушки AS_v . При обратном токе 2,5 А в катушке AS_s магнитный

поток создает такую силу, которая в сумме с усилием пружины превышает силу, создаваемую катушкой AS_V , и реле выключается, отключая контактами AS_r генератор от аккумуляторной батареи.

§ 69. Панели управления. Предохранители

Панели управления. Панель управления (распределительный щит) обеспечивает нормальную совместную работу генераторов управления с аккумуляторной батареей и надежное питание потребителей низковольтных цепей управления, освещения и сигнализации.

Панель управления ПУ-014 и аналогичные панели ПУ-3К установлены на электровозах ВЛ10. Они имеют два регулятора напряжения СРН-7У-3 1 (рис. 223); реле обратного тока Р-15Е 2; амперметр 11, подключенный к измерительному шунту и измеряющий ток аккумуляторной батареи; вольтметр 3 с переключателем 4, позволяющим поочередно измерять напряжение на генераторах управления и на аккумуляторной батарее; вольтметр 10 для измерения напряжения цепи управления; рубильник 5 для отключения аккумуляторной батареи; рубильник 9 для переключения генераторов управления; выключатель лампы освещения 6; низковольтные плавкие предохранители 7. Все это оборудование смонтировано на лицевой стороне гетинаксовой панели 8. На задней стороне панели размещены резисторы и выполнен монтаж.

Двигатели вентиляторов электровозов могут включаться под напряжение контактной сети параллельно и работают на высокой частоте или последовательно, когда напряжение на каждом двигателе снижается примерно в 2 раза и соответственно уменьшается частота их вращения. Чтобы поддержать напряжение в цепи управления и обеспечить заряд аккумуляторной батареи при низкой частоте вращения двигателей вентиляторов, якоря генераторов соединяют последовательно. При верхнем положении рубильника 9 в случае работы двигателей вентиляторов на высокой частоте вращения цепи управления и аккумуляторную батарею питает генератор Г1 (см. рис. 251* и 223). Генератор Г2 при этом работает без нагрузки. Если двигатели вентиляторов будут переключены на низкую частоту вращения, то генераторы управления будут соединены последовательно. В случае отказа в работе генератора управления Г1 рубильник 9 переводят в нижнее положение и нагрузку переводят на генератор управления Г2.

На электровозах ВЛ8 и ВЛ23 установлены панели управления ПУ-3Г, незначительно отличающиеся от рассмотренной панели. Генераторы переключают двухполюсным рубильником, а трехполюсный рубильник использован для создания режима усиленного подзаряда аккумуляторной батареи. При его отключении регуляторы напряжения поддерживают напряжение значительно выше номинального и заряд аккумуляторной батареи происходит большим током. Чтобы повышенное напряжение не попало в цепи управ-

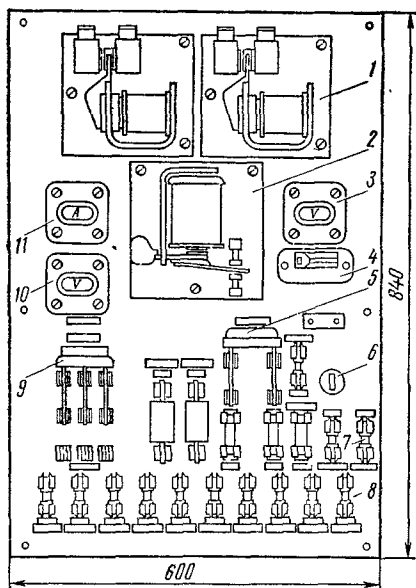


Рис. 223. Панель управления ПУ-014

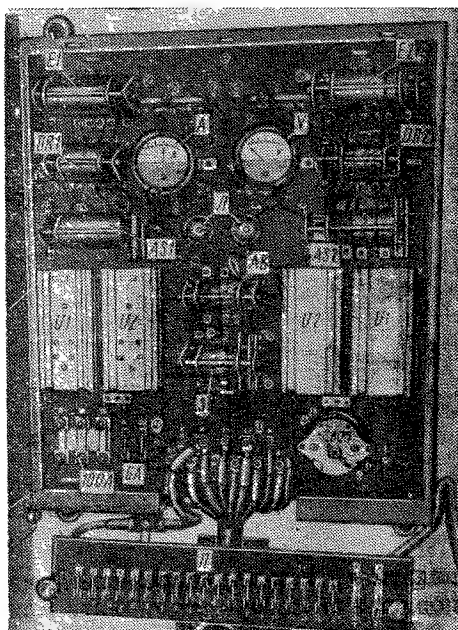


Рис. 224. Распределительный щит электроваза ЧС2

ления, их отключают одним из ножей рубильника. Кроме того, на этих электровазах предусмотрена возможность изменения полярности цепей управления в зависимости от полярности контактной сети, которая раньше была на разных дорогах разная.

Сейчас контактная сеть на всех дорогах имеет положительную полярность, рельс — отрицательную, а надобность в изменении полярности цепей управления отпала.

На электровазах ЧС2 распределительный щит имеет два комплекта реле, обеспечивающих работу генераторов управления и аккумуляторной батареи, выключатели, плавкие предохранители, измерительные приборы отдельных цепей и индикаторные лампы.

Работой генератора управления Г1 управляют реле напряжения Е1 (рис. 224 и 273*), трехконтактное реле DR1 и реле обратного тока AS1. Такие же реле с индексом 2 управляют работой генератора Г2. Под реле расположены полупроводниковые вентили U1 и U2, автоматические выключатели АВ и контактор параллельной работы S, выключатель батареи, три плавких предохранителя цепей генераторов и аккумуляторной батареи на ток 100 А и два предохранителя в цепи обмоток возбуждения генераторов на ток 6 А. Под щитком находятся плавкие предохранители П отдельных цепей. Для контроля за работой цепей управления на распределительном щите установлены амперметр А аккумуляторной батареи,

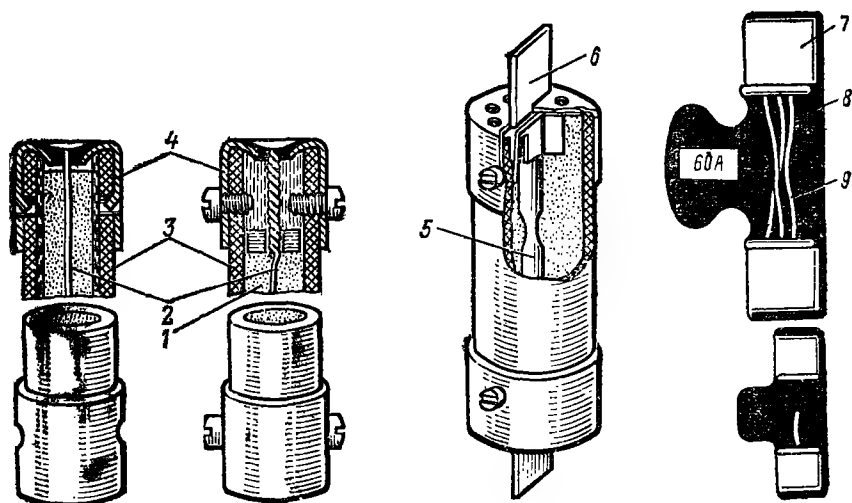


Рис. 225. Низковольтные плавкие предохранители

вольтметр V и индикаторные лампы L . На обратной стороне установлены резисторы и выполнен монтаж.

Предохранители. При коротких замыканиях или перегрузках в цепях управления отключают места повреждения от источников питания низковольтными плавкими предохранителями. На наших грузовых электровозах применяют трубчатые предохранители, состоящие из фибровой трубки 3 (рис. 225), плавкой вставки 2 или 5 из медной проволоки на малые токи и из цинковой пластины на токи 80—100 А, медных или латунных колпачков 4, укрепленных по концам трубок. Трубки изнутри могут быть обклеены асбестом для защиты от обгорания и наполнены мелом или мраморной крошкой 1, облегчающими гашение дуги, возникающей при разрыве цепи.

Предохранители на большие токи в средней части имеют сужение — мостик, по которому и перегорает вставка, а по концам — контактные пластины 6.

На электровозах ЧС применяют пластинчатые фибровые вставки 8 с контактной обоймой 7 по концам и плавкими вставками 9. Своими колпачками, обоймами, пластинами предохранители вставляют в пружинящие контакты, укрепленные на панелях. Сечение вставки определяется током, на который рассчитан предохранитель.

§ 70. Блокировки безопасности

Общие сведения. Электрические аппараты, машины и провода силовых цепей электровоза находятся под высоким напряжением до 4000 В, опасным для человека. Поэтому при обслуживании электровозов необходимо исключить возможность случайного по-

падения людей под напряжение. С этой целью все высоковольтные аппараты устанавливают в высоковольтных камерах, доступ в которые при наличии напряжения блокируется. На электровозах ВЛ10, ВЛ8 и ВЛ23 применена наиболее надежная защита от падения напряжения, включающая в себя защитный вентиль и пневматические блокировки. На электровозах ЧС2 и ЧС2т безопасность обслуживания обеспечивается последовательным включением в цепь клапана токоприемника электрических блокировок, замкнутых только при закрытых щитах высоковольтных камер и сложной лестнице, ведущей на крышу электровоза. Кроме того, щиты высоковольтных камер имеют электромагнитные защелки.

Защитный вентиль ВЗ-1. Он представляет собой двухкатушечный электромагнитный вентиль. Магнитопровод состоит из ярма 1 (рис. 226), сердечника 6 и якоря 4. На сердечнике находятся две катушки 2. Верхняя часть закрыта коробкой 3 и крышкой 5. Якорь через ствол 7 соединен с клапанами 9, сидящими в седле 8. Подвижные части: клапаны, ствол и якорь отжимаются вверх пружиной 10, опирающейся на пробку 12. Седло клапанов укреплено в корпусе 11. Одна из катушек вентиля — низковольтная — возбуждается при нажатии кнопки *Токоприемники*, вторая — высоковольтная — подключена через добавочный резистор к токоприемнику. Для притяжения якоря достаточно магнитного потока любой одной катушки. Включение другой катушки усиливает притяжение якоря, так как магнитные потоки, наводимые катушками, складываются. Сжатый воздух подводят от резервуара сжатого воздуха к отверстию В распределительной коробки 13 и в нижнюю полость корпуса. При невозбужденном вентиле пружина 10 отжимает клапаны вверх и воздух из нижней полости дальше не проходит. Нажатие кнопки *Токоприемники* вызывает возбуждение одной из катушек вентиля. Якорь притягивается, клапаны опускаются. Верхний клапан перекрывает канал Б от атмосферного отверстия А и открывает нижний клапан, через который сжатый воздух попадает в канал Б, от которого идет через пневматические блокировки к клапану токоприемника. При возбуждении клапана токоприемник поднимается и вторая катушка защитного вентиля окажется возбужденной. Пневматические блокировки запирают двери высоковольтных камер и крышку крышевого люка и не допускают людей к оборудованию, находящемуся под высоким напряжением. Если кнопки токоприемника будут выключены, одна катушка обесточится. Когда токоприемник отойдет от контактного провода, выключится и другая катушка. Защитный вентиль сработает и соединит пневматические блокировки с атмосферой. В том случае когда токоприемник не опустится (механическое заедание или приварка полоза к контактному проводу) и оборудование высоковольтной камеры останется под высоким напряжением, катушка высокого напряжения защитного вентиля не выключится и вентиль не разблокирует пневматические блокировки и не откроет доступ в высоковольтную камеру или на крышу электровоза. В случае обрыва цепи высоковольтной катушки вентиля возможно открывание двери

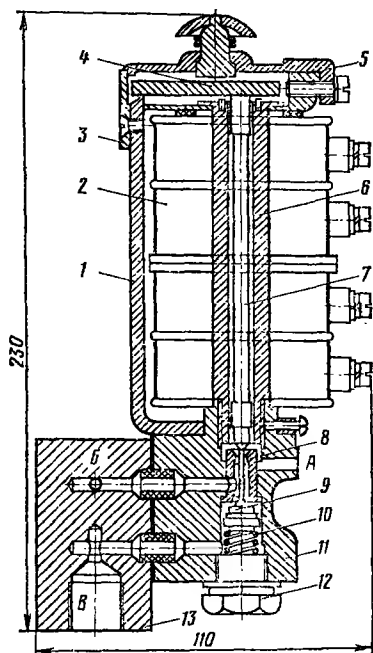


Рис. 226. Защитный вентиль ВЗ-1

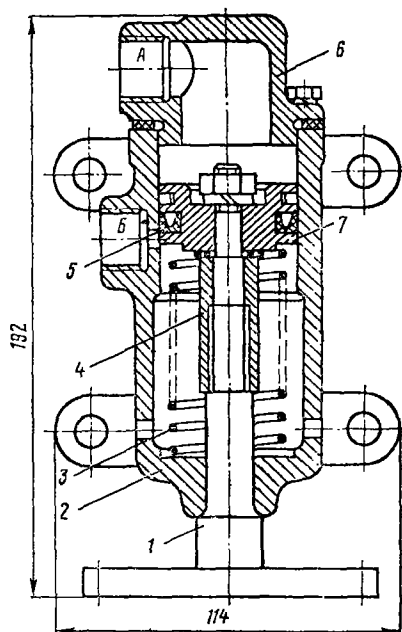


Рис. 227. Пневматическая блокировка ПБ-33

высоковольтной камеры при неопустившемся токоприемнике. Чтобы исключить такие случаи, в эту цепь последовательно включено реле контроля защиты, включающее сигнальные лампы при поднятом токоприемнике. При подъеме токоприемника машинист проверяет загорание сигнальных ламп. Если они не загорелись, он должен проверить цепь ламп и катушки реле и устранить неисправность.

Пневматическая блокировка ПБ-33. Блокировка состоит из чугунного цилиндра 2 (рис. 227), поршня 7 с уплотнением 5, отжимаемого вверх пружиной 3 вместе со штоком 1. Сверху цилиндр закрыт крышкой 6. Ход поршня вниз ограничен упором втулки 4 в торец цилиндра. При этом поршень опустится ниже отверстия Б. Блокировку ПБ-33 устанавливают над дверью высоковольтной камеры или у крышки люка, ведущего на крышу, таким образом, чтобы шток 1 при впуске сжатого воздуха через отверстие А опустился до упора втулки только при закрытых дверях и крышке люка и запер их в таком положении. Если дверь или крышка люка не будут закрыты, то под штоком окажется верхняя часть двери или сторона крышки люка, которая не даст возможности штоку опуститься настолько, чтобы открыть отверстие Б. Так как пневматические блокировки включены последовательно в пневматическую систему

токоприемника, то перекрытие отверстия *Б* одной из блокировок перекроет доступ воздуха и токоприемник не может быть поднят.

Электромагнитная защелка. Внутри катушки *8* (рис. 228), намотанной на бакелитовом каркасе *9*, находится якорь *10*. Он вместе со стальным кожухом *1* и крышкой *2* образует магнитопровод. В якорь ввернут штифт *5*, на который накручена шайба *7*, затянутая контргайкой *6*. Эта система отжимается вниз пружиной *4*, упирающейся сверху в колпак *3*. При невозбужденной катушке якорь под действием пружины *4* находится в нижнем положении и входит в отверстие щита, запирая его. Если нужно войти в высоковольтную камеру, то опускают токоприемник, отключают разъединители и включают заземлители. Включенный заземлитель своими блокировками замыкает цепь катушек защелок и якоря вытягиваются внутрь, сжимая пружину *4*. Таким образом, щиты высоковольтной камеры разблокируются при заземлении силовых цепей заземлителем.

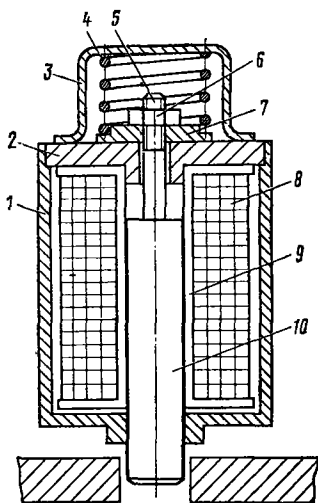


Рис. 228. Электромагнитная защелка

§ 71. Соединительные устройства цепей управления

Межэлектровозные соединения. Для соединения цепей управления двух половин одного электровоза или двух электровозов при работе по системе многих единиц применяют межэлектровозные соединения. Межэлектровозное соединение на 37 проводов (рис. 229) состоит из розетки *1* и штепселя *2*. На изоляционных панелях, помещенных в металлические корпуса, в определенном порядке располагают контактные штифты *3* розетки и контактные пружинящие гнезда *4* штепселя. При включении контактные штиф-

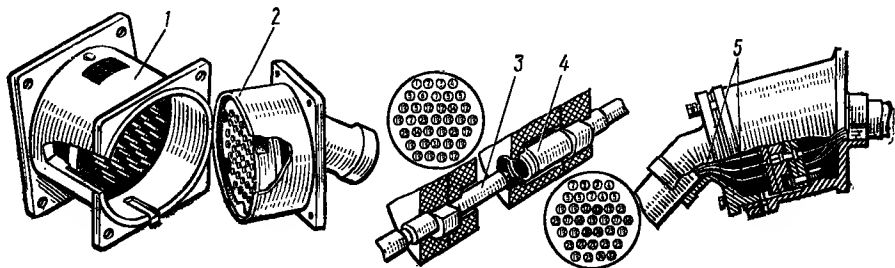


Рис. 229. Межэлектровозные соединения

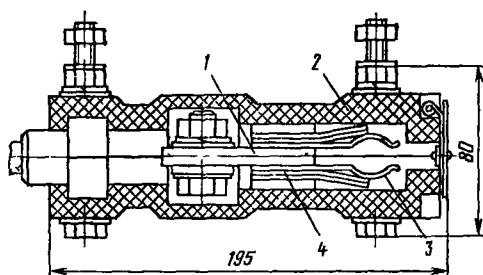


Рис. 230. Розетка РН-1

ты розетки входят в контактные гнезда штепселя и создают контакт между проводами 5 розеток и штепселей. Для правильного соединения проводов штепсель снаружи внизу имеет направляющий штифт, который входит в направляющий паз розетки. На электровозах ВЛ10 провода обеих половин кузова соединяют розеткой РЗ-37Д и штепселем

ШУ-21, имеющим по 37 контактов. Эти соединения отличаются от рассмотренных наличием рычага на штепселе и соответствующих приливов на розетке, облегчающих включение и отключение розетки.

Соединительные зажимы. Для удобства монтажа и упрощения нахождения нужного провода в цепи управления их подключают к соединительным зажимам (набору специальных пластин) контактными винтами, укрепленными на пластмассовых колодках. Зажимы нумеруют в соответствии с нумерацией проводов, подходящих от аппаратов высоковольтной камеры, кабины машиниста и межэлектровозных соединений.

Низковольтные розетки. На электровозах ВЛ8 и ВЛ10 под кузовом ставят низковольтные розетки РН-1 для подключения пониженного напряжения деповской сети к тяговым двигателям. Внутри двух изоляционных колодок 2 (рис. 230), соединенных болтами, находится контактное устройство, состоящее из контактных пластин 1, пальцев 3 и плоских пружин 4. Пальцы 3 обеспечивают надежный контакт со штепселем от деповской сети, вставляемым между ними после открывания торцевой крышки розетки. Розетка рассчитана на длительные ток 500 А и напряжение 440 В.

На электровозах ВЛ23 для включения тяговых двигателей на пониженное напряжение вместо розеток применяют контактные шины ШКЭ-2, между которыми вставляют контакт, соединенный с деповской сетью.

На всех электровозах в кузове и под кузовом устанавливают штепсельные розетки для включения переносной лампы.

§ 72. Приборы освещения и сигнализации

Для освещения и световой сигнализации на электровозах применяют электрические лампочки на напряжение 50 В разной мощности. В качестве осветительной арматуры используют двухконтактные пружинящие патроны типа «Сван», исключающие ослабление ламп и контактов в условиях тряски и вибраций. Осветительные и сигнальные лампы на электровозах применяют железно-

дорожного типа, имеющие меньшую температуру нагрева и соответственно на 12—15% меньшую световую отдачу, но больший срок службы в связи с повышенной устойчивостью нити против толчков, тряски и вибрации.

Внутренние помещения освещают лампами, помещенными в плафоны, высоковольтную камеру — лампами без плафонов. С обоих концов электровоза в верхней части имеются прожекторы, освещающие в темное время путь и контактный провод. На электровозах ВЛ10, ВЛ8, ВЛ23, ЧС2 и ЧС2^т прожектор вмонтирован в кузов. Для прожектора используют специальную лампу мощностью 500 Вт. Сзади нее установлен стеклянный зеркальный (или металлический хромированный) отражатель, позволяющий получить направленный луч света. Отражатель допускает регулирование луча света. Спереди прожектор закрыт стеклом. Доступ к лампе предусмотрен из кабины машиниста. Кроме яркого света прожектора, включают тусклый свет, при котором в цепь лампы вводят резистор. Кроме прожектора, на передней стенке электровозов устанавливают по два сигнальных буферных прожектора или буферных фонаря. На электровозах ВЛ10 каждый буферный прожектор состоит из двух светильников с отражателями: один с прозрачным стеклом впереди, другой, меньших размеров, с сигнальным красным стеклом. Лампы включают соответствующими кнопками из кабины машиниста. На других электровозах буферные прожекторы имеют по одному светильнику с прозрачным стеклом. При необходимости перед ним ставят цветное красное стекло. В буферные прожекторы ставят лампы мощностью по 25—50 Вт.

§ 73. Измерительные приборы

Амперметры и вольтметры. Напряжения на токоприемнике и на аккумуляторной батарее измеряют вольтметрами, ток тяговых двигателей и аккумуляторной батареи — амперметрами. В качестве вольтметров и амперметров используют приборы магнитоэлектрической системы, основанные на взаимодействии тока в катушке 5 (рис. 231) с магнитным потоком постоянного магнита 2. Магнит имеет полюс 1 и стальной сердечник 6. В зазоре между ними и помещена рамка с катушкой 5 и стрелкой 3. Под действием тока рамка поворачивается в магнитном поле, преодолевая действие спиральной пружины 4. Угол поворота рамки пропорционален току в катушке. Катушка на рамке намотана тонкой проволокой и рассчитана на очень малый ток. Чтобы можно было таким прибором измерять большие токи тягового двигателя или аккумуляторной батареи, в их цепь включают измери-

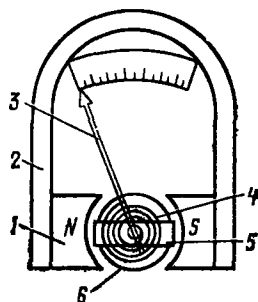


Рис. 231 Схема прибора магнитоэлектрической системы

тельные шунты. Они имеют манганиновые пластины большого сечения, заделанные в колодки, к которым подключают силовые и измерительные провода. При номинальном токе падение напряжения на шунте равно 75 мВ. Основная часть тока проходит по манганиновым пластинам и только очень небольшая часть (до 3 мА) ответвляется в прибор — амперметр, включенный параллельно шунту. Сам прибор градуируют по значению силового тока. Аналогичным прибором измеряют напряжение на токоприемнике. Последовательно с прибором-вольтметром включают под высокое напряжение добавочный высокоомный резистор Р-103 из манганиновой проволоки сопротивлением 1,33 МОм. Падение напряжения на резисторе очень велико, а падение напряжения на приборе — очень мало, поэтому ток, идущий по цепи, имеет малое значение — до 3 мА. Вольтметр градуирован на напряжение 0—4000 В. Вольтметр аккумуляторной батареи включают без добавочного резистора, так как напряжение составляет около 50 В.

На электровозах ВЛ10, ВЛ8, ВЛ23 применены вольтметры и амперметры типа М151, рассчитанные для работы в условиях тряски и вибрации. Их опоры оси рамки представляют собой твердые кобальтовольфрамовые керны, опирающиеся на корундовые подпятники с пружинной амортизацией. Аналогичные тряскоустойчивые приборы установлены и на других электровозах.

Амперметры в цепи якорей тяговых двигателей рассчитаны на ток до 750 А и имеют шкалу с нулем по середине 750—0—750 А

в связи с тем, что ток при рекуперативном торможении имеет обратное направление — к контактной сети. Амперметры в цепи обмоток возбуждения имеют шкалу 0—750 А. (Ток в этой цепи при переходе на рекуперацию не изменяет своего направления.)

На электровозах ЧС2 амперметры в силовой цепи рассчитаны на ток до 1000 А (или до 800 А).

В цепи аккумуляторной батареи стоят амперметры со шкалой 75—0—75 А.

Счетчики электрической энергии. Расход электрической энергии тяговыми двигателями и вспомогательными машинами измеряют счетчиками электроэнергии. На электровозе ВЛ10 установлен еще один счетчик, измеряющий энергию рекуперации. Энергию постоянного тока измеряют счетчика-

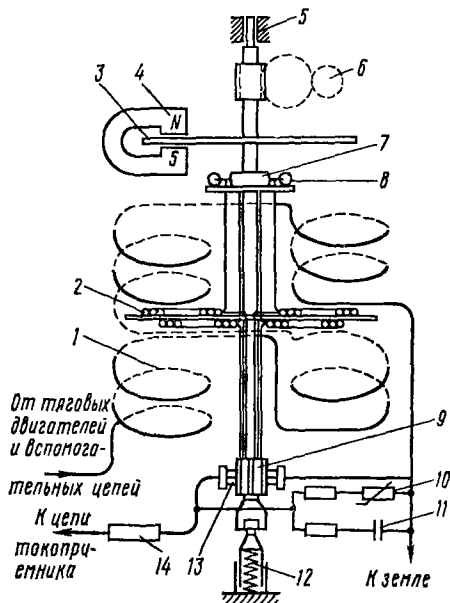


Рис. 232. Схема счетчика электроэнергии Д-600М

ми электродинамической системы, основанными на взаимодействии магнитных потоков, создаваемых катушками. С увеличением мощности возрастает частота вращения подвижной системы, с которой связан счетный механизм. Этот механизм и показывает количество израсходованной энергии. На электровозах наибольшее распространение получил счетчик Д-600М. Неподвижные токовые катушки 1 (рис. 232) включены в цепь тока электровоза для создания магнитного потока. В этом магнитном потоке находятся укрепленные на подвижной системе катушки 2, которые включены через коллектор 9, щетки 13 последовательно с добавочным резистором 14 под напряжение токоприемника. За счет взаимодействия тока подвижных катушек 2 с магнитным потоком, наводимым токовыми катушками 1, образуется вращающий момент, пропорциональный произведению напряжения на токоприемнике и потребляемого тока, т. е. потребляемой мощности. На подвижной системе находится также алюминиевый диск 3, который вращается в зазоре постоянного магнита 4 и создает постоянный тормозной момент.

Вращение от подвижной системы счетчика через червяк передается на счетный механизм 6, отсчитывающий обороты счетчика, а следовательно, и расход энергии. Кроме того, на подвижной системе укреплены конденсаторы 7 и резисторы 8, снижающие искрение и улучшающие работу узла щетка — коллектор. Счетчик имеет также цепочку 10 термокомпенсации и цепочку 11, уменьшающую искрение при отрыве щеток.

Конструкция счетчика — тряскоустойчивая. Нижний подшипник 12 имеет стальной шарик, укрепленный в держателе на упругом основании. На шарик опирается ось корундовым пятником. Верхний подшипник 5 сделан из бронзовой втулки, над которой установлен постоянный магнит, притягивающий подвижную систему и несколько разгружающий нижнюю опору.

Механизм счетчика электрической энергии закрыт кожухом, уплотненным фетровыми прокладками и застекленным окном против счетного механизма. На электровозе счетчик укрепляют через резино-металлические амортизаторы.

Добавочный резистор Р-600 14 состоит из четырех последовательно соединенных трубчатых резисторов ПЭ-150 по 40 000 Ом. Он смонтирован отдельно от счетчика на панели и закрыт перфорированной стальной крышкой.

Часть чехословацких электровозов оборудована счетчиками АД и АФ электродинамической системы. Их токовые катушки включены к измерительным шунтам.

Счетчик срабатывания быстродействующего выключателя. Он служит для регистрации отключений выключателя БВП-5 или БВП-3 при работе электровоза. Его катушка питается через контроллер машиниста и размыкающую блокировку быстродействующего выключателя. При ее возбуждении якорь через подвижной механизм сообщает движение дискам с цифрами, по которым и определяют количество срабатываний.

§ 74. Расположение аппаратуры

Основная аппаратура силовых цепей размещена в высоковольтных камерах электровозов. Кроме того, аппараты расположены в помещении вспомогательных машин, на крыше электровоза под кузовом и в кабинах машиниста.

В каждой секции электровоза ВЛ10 с одного конца расположена кабина. В задней стенке ее находится дверь. Для входа электровоза служат две двери, расположенные с боков кузова вслед за кабиной. Далее следует высоковольтная камера, с боков от которой находятся проходы: один сквозной, другой — тупиковый. За высоковольтной камерой находится помещение вспомогательных машин. Провода 22 (рис. 233), соединяющие секции, расположены около переходного мостика 21. В передней стенке электровоза установлены буферные прожекторы 12. В помещениях вспомогательных машин обеих секций установлены мотор-вентиляторы 5, мотор-компрессоры 7, преобразователи 19, пневматическое оборудование. В первой секции, кроме того, установлены дешифратор локомотивной сигнализации 4, готовальня для инструмента и расположен туалет 20, во второй — аккумуляторная батарея, малогабаритный компрессор 24 для подъема токоприемника и оборудование поездной радиосвязи 23. Помещение освещается в темное время плафонами 6.

На крыше электровоза (в каждой секции) находятся токоприемник 9, свисток, тифон 10, прожектор 11, высоковольтный разъединитель 8. Кроме того, на первой секции укреплен дроссель 3 подавления помех радиоприему, конденсатор и проходной изолятор, а на крыше второй секции — вилтовый разрядник 25 и антенна радиостанции.

В высоковольтных камерах аппараты размещены в два этажа: на первом по обе стороны от среднего прохода находятся блоки аппаратов I—IV, а на втором этаже, занимая всю ширину камеры, пусковые резисторы 1, индуктивные шунты, демпферные резисторы и резисторы ослабления возбуждения.

В блоке I высоковольтной камеры первой секции установлены электропневматические контакторы 13 пусковых резисторов, групповые переключатели 14, реверсор 15, тормозной переключатель 16, быстродействующие контакторы 17 и электропневматические контакторы 18 ослабления возбуждения.

В блоке II первой секции размещены быстродействующий выключатель 42 БВП-5, реле перегрузки и отключатели тяговых двигателей 41, электромагнитные контакторы 40, различные реле 39, счетчик электроэнергии 2, контактные зажимы 38 и панели резисторов ПЭВ.

Блок III второй секции содержит групповой переключатель 32, электропневматические контакторы 33 пусковых резисторов, реверсор 34, тормозной переключатель 35, быстродействующие контакторы 36, электропневматические контакторы 37 ослабления возбуждения.

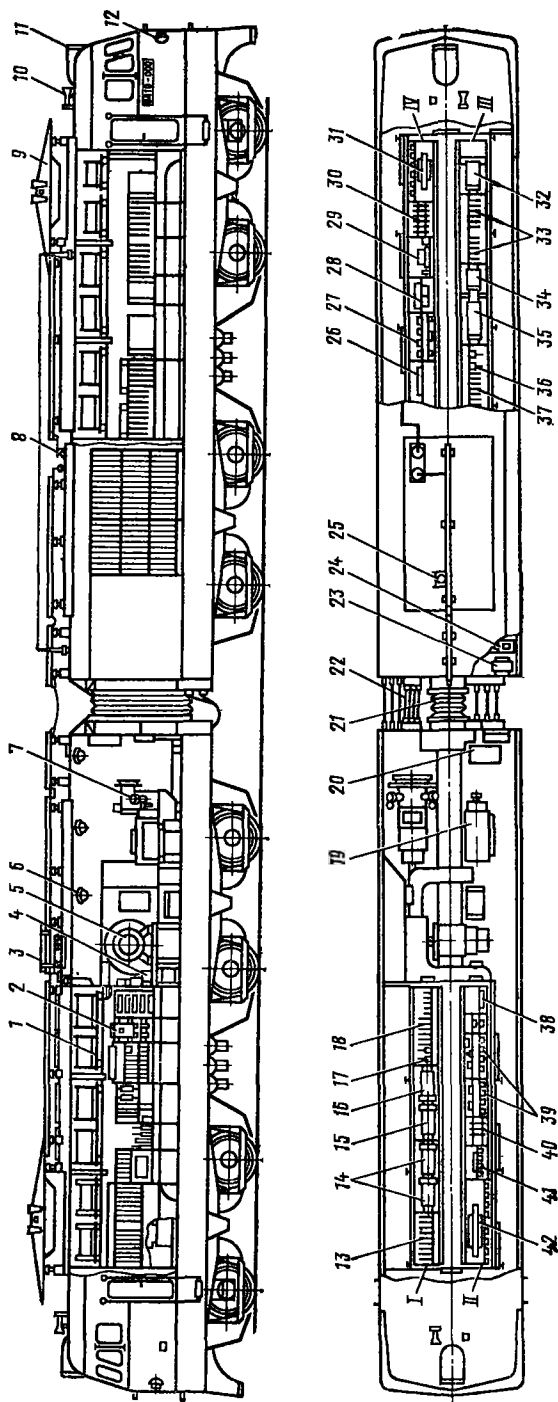


Рис. 233. Расположение основного оборудования в электровозе ВЛ10

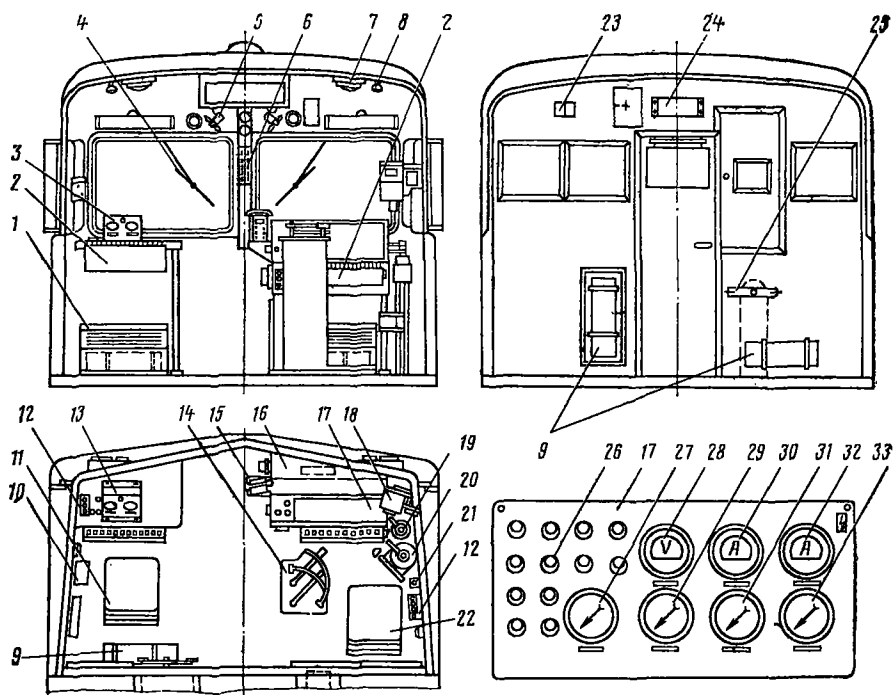


Рис. 234. Расположение оборудования в кабине машиниста

В блок IV входят: быстродействующий выключатель 31 вспомогательных цепей, электромагнитные контакторы 30, реле перегрузки и отключатели тяговых двигателей 29, панель управления 28, электромагнитные контакторы и различные реле 27, контактные зажимы 26 и переключатель вентиляторов.

В кабине машиниста находятся аппараты, с помощью которых управляют работой электровоза. Основные аппараты управления расположены с правой стороны — со стороны машиниста. У кресла машиниста 22 (рис. 234) установлены контроллер машиниста 14, кран машиниста 20, кран вспомогательного тормоза 19, рукоятка бдительности 21, кнопочный выключатель 2, кнопки 12 управления пескоподачей и звуковыми сигналами и пульт 15 радиостанции. На пульте 16 машиниста имеется панель измерительных приборов 17 с вольтметром 28 контактной сети, амперметром 30 в цепи тока якоря тягового двигателя, амперметром 32 в цепи тока возбуждения тягового двигателя, манометрами 27 главного резервуара и 29 уравнительного, тормозной магистрали 31, тормозного цилиндра 33 и табло 26 сигнальных ламп. В углу кабины установлен скоростемер 18. Со стороны помощника машиниста перед креслом 11 стоит пульт 13 с панелью измерительных приборов 3, кнопки 12 пескоподачи и звуковых сигналов и кнопочный выключа-

тель 2. Сбоку находится пневматический клапан 10 локомотивной сигнализации. Под ногами машиниста и помощника машиниста находятся под кожухом электрические печи 1. Две печи 9 расположены на задней стенке кабины. Лобовые окна кабины машиниста обдуваются вентиляторами 5 и очищаются стеклоочистителями 4. Между окнами находится светофор 6 локомотивной сигнализации. На задней стороне кабины укреплены выключатель управления 23, динамик радиостанции 24 и рукоятка ручного тормоза 25. Кабина освещена плафонами 7. Измерительные приборы имеют подсвет 8.

Расположение вспомогательных машин за высоковольтной камерой позволяет снизить уровень шума в кабине машиниста. На электровозе ВЛ8 аппаратура расположена аналогично рассмотренной, но помещение вспомогательных машин находится между кабиной машиниста и высоковольтной камерой. У шестиосных электровозов ВЛ23 рядом с кабиной машиниста установлены вспомогательные машины, а в средней части кузова (не разделенного на секции) — высоковольтная камера; на электровозах ЧС2 вспомогательные машины размещены в средней части кузова, а высоковольтные камеры примыкают к кабинам машиниста.

АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

§ 75. Назначение и принцип действия аккумулятора

Для приведения в действие электрических аппаратов, освещения электровоза, т. е. для питания цепей управления, освещения и сигнализации, необходим источник электрической энергии постоянного тока с напряжением 50 В.

При работающем мотор-вентиляторе таким источником является генератор управления. В том же случае когда генератор управления не работает, электрические цепи управления, освещения и сигнализации получают питание от аккумуляторной батареи, которая обладает свойством запасать в себе энергию при заряде и отдавать ее при последующем разряде. В период заряда подводимая к аккумулятору электрическая энергия превращается в химическую, а при разряде идет обратное преобразование запасенной химической энергии в электрическую. Аккумулятор представляет собой сосуд с электролитом, в котором находятся положительный и отрицательный электроды. Аккумуляторы разделяют на щелочные и кислотные в зависимости от применяемого электролита и материала пластин. На электровозах, начиная с ВЛ8 и ВЛ23, применяют щелочные аккумуляторы, а раньше применяли кислотные. В щелочных аккумуляторах кадмиево-никелевых батареях в качестве положительного электрода используют гидроокись никеля. Отрицательные пластины состоят из кадмия, железа и их окислов. Эти электроды опущены в электролит, состоящий из раствора едкого кали или едкого натра.

При разряде заряженного аккумулятора гидроокись никеля положительных электродов превращается в гидрозакись никеля, а кадмий и железо отрицательных электродов окисляются. При этом процессе между электродами возникает э. д. с. и по замкнутой внешней цепи идет ток. Внутри аккумулятора ток между электродами проходит через электролит. Если активная масса положительных или отрицательных пластин полностью химически прореагировала, э. д. с. аккумулятора снижается до нуля. Чтобы аккумулятор мог снова создать э. д. с., нужно его зарядить, т. е. превратить гидрозакись никеля на положительном электроде в гидроокись никеля, а на отрицательном электроде восстановить кадмий и железо. Эти химические реакции проходят под действием тока, идущего между электродами в противоположном направлении относительно процесса разряда. С этой целью электроды аккумулятора подклю-

чают к одноименным зажимам источника электрической энергии постоянного тока, э. д. с. которого выше напряжения на аккумуляторе. Полностью заряженный аккумуляторный элемент имеет э. д. с. около 1,45 В. При нагрузке напряжение на нем сразу уменьшается из-за относительно высокого внутреннего сопротивления. Обычно при разряде его напряжение постепенно уменьшается с 1,2—1,3 В до наименьшего допустимого значения 1,0 В. При заряде напряжение аккумулятора быстро увеличивается до 1,75 В, затем несколько понижается и опять замедленно возрастает до 1,85 В.

Напряжение 50 В в цепях электровоза получают за счет последовательного соединения нескольких десятков аккумуляторов (элементов). Их называют аккумуляторной батареей.

Чтобы аккумуляторная батарея обеспечила энергией электрические цепи, она должна обладать достаточной *емкостью* ($A \cdot ч$), под которой понимают количество электричества, отдаваемого полностью заряженным аккумулятором при его разряде номинальным током до наименьшего допустимого напряжения. Так, например, если полностью заряженный аккумулятор разрядился при номинальном разрядном токе 10 А до наименьшего допустимого напряжения в течение 12 ч, то его емкость составляет 120 А·ч. Нужно отметить, что при заряде аккумулятора приходится затрачивать значительно больше электрической энергии по сравнению с той энергией, которую он отдает при разряде. Отношение отданной аккумулятором энергии при разряде к энергии, затраченной на заряд, называют к. п. д. аккумулятора.

§ 76. Устройство щелочных аккумуляторных батарей

На электровозах ВЛ10 применены щелочные кадмиево-никелевые аккумуляторные батареи из 40 элементов 40КН-125 емкостью 125 А·ч. Электровозы ВЛ8 и ВЛ23 оборудованы аналогичными батареями 33КН-100 емкостью 100 А·ч, электровозы ЧС2 — батареями 36НКТ-120 емкостью 120 А·ч, содержащими 36 элементов. На электровозе ЧС2^т установлены две батареи.

Аккумуляторная батарея 33КН-100 состоит из 33 элементов, установленных в стальном ящике с крышкой и отверстиями для выхода газов и стока жидкости. Элемент состоит из стального никелированного корпуса 7 (рис. 235), внутри которого находятся комплекты положительных 5 и отрицательных 4 электродов, выполненных в виде нескольких перфорированных стальных никелированных пакетов (пластин), внутри которых находится активная масса. Активная масса положительных электродов (пластин) состоит из гидроокиси никеля, смешанной для улучшения электропроводности с чешуйчатым графитом. Активной массой отрицательных пластин является смесь из порошкообразного кадмия, железа и их окислов.

Чередующиеся пластины разной полярности взаимно изолированы эбонитовыми стержнями, вставляемыми в вертикальные ка-

навки пластин. Сами пластины установлены в корпусе на некотором расстоянии от дна и крышки. Под ними предусмотрено грязевое пространство, а над ними — газовое. Выводные зажимы 3 служат для крепления пластин к крышке 1 корпуса и для подключения к ним проводников. Положительные пластины, которых на одну больше, чем отрицательных, располагают в элементе около стенок корпуса и электрически соединяют с ним. Выводной зажим этих пластин не изолируют от стальной никелированной крышки 1, приваренной к корпусу. Зажим отрицательных пластин изолирован от крышки эбонитовыми шайбами и резиновыми сальниками. Внутрь корпуса заливают электролит через отверстие в крышке, закрываемое ввинчивающейся никелированной пробкой 2.

При повышении давления газов внутри корпуса резиновое кольцо открывает отверстие и выпускает их наружу. При последовательном соединении элементов их корпуса необходимо изолировать один от другого. Поэтому на них надевают резиновые чехлы 6. Выводные зажимы отдельных элементов соединяют между собой медными никелированными перемычками.

Аналогично устроены и аккумуляторные батареи 40КН-125. Каждый элемент НКТ-120 аккумуляторной батареи состоит из стального корпуса, в котором установлены блоки из десяти положительных и девяти отрицательных пластин. Каждая положительная пластина имеет 11 пакетов, в которые запрессована активная масса. Отрицательная пластина состоит из 12 пакетов. Состав активной массы и электролита такой же, как и у аккумуляторов КН. Между пластинами ставят сепараторы.

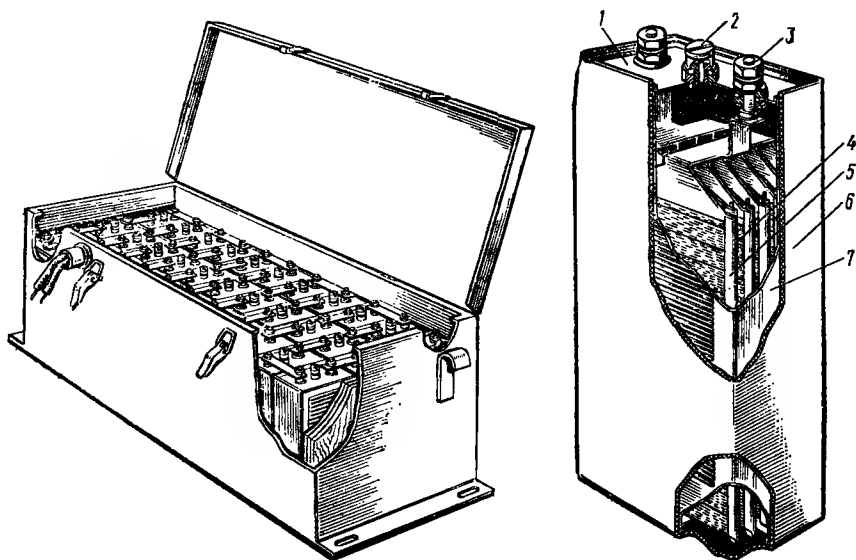


Рис. 235. Общий вид аккумуляторной батареи 33КН-100 и ее элемент

§ 77. Эксплуатация щелочных аккумуляторных батарей

Аккумуляторные батареи могут устойчиво и надежно работать только при строгом соблюдении правил их эксплуатации и обслуживания. С завода аккумуляторы поступают без электролита. Для включения элементов в работу готовят электролит, состоящий в случае работы при температурах 15—35° С из раствора едкого кали и едкого натра в дистиллированной воде плотностью 1,19—1,21 г/см³ с добавлением моногидрата лития 20 г на 1 л. В том случае когда аккумулятор будет работать при температурах ниже — 15° С, плотность электролита увеличивают до 1,25—1,27 г/см³. Электролит готовят в чистой стеклянной, стальной или чугунной посуде.

Отстоявшийся электролит заливают в элементы. В течение 2 ч идет пропитка им активной массы пластин. После этого проверяют напряжение на элементе и, если оно отсутствует, время пропитки увеличивают еще до 10 ч и снова проверяют напряжение. Если напряжения нет — элемент в эксплуатацию не допускают.

После пропитки пластин уровень электролита должен быть на 5—12 мм выше пластин.

Заряд батареи 33КН-100 проводят при токе 25 А в течение 6 ч, а затем — током 12,5 А в течение 6 ч. После этого разряжают током 7,5 А в течение 4 ч. Эти циклы заряда и разряда при первом заряде батареи повторяют 2—3 раза, после чего заряженная батарея готова к работе. В процессе эксплуатации рекомендуется делать 1 раз в месяц один цикл разряда до напряжения не ниже 1,1 В с последующим усиленным зарядом указанными выше токами. Недозаряды и перезаряды щелочных аккумуляторов не желательны. Так, при перезарядах нагревается электролит, что снижает срок службы элементов. Полностью заряженная батарея имеет напряжение 1,75—1,8 В на элемент. При низких температурах батарею укрывают войлоком или брезентом.

Дважды в год при переходе на зимний и летний периоды эксплуатации батарею разряжают, промывают дистиллированной водой, заливают свежим электролитом и заряжают.

В практике работы аккумуляторных батарей встречаются следующие неисправности. Большое снижение емкости вследствие понижения уровня электролита, систематических недозарядов, длительных разрядов малыми токами или частых глубоких разрядов, коротких замыканий между элементами при повреждениях резиновых чехлов или пластин внутри элемента, загрязнения электролита, длительной работы на одном электролите из едкого кали. При неисправностях клапанов элементов возникает выпучивание стенок корпусов элементов, так как выделяющиеся газы не могут выйти наружу и скапливаются внутри. Неисправности батареи могут возникать также вследствие больших сотрясений и ударов элементов. Электролит аккумуляторных батарей опасен для человека. Поэтому при работе с ним нужно знать и четко выполнять требования техники безопасности.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

§ 78. Общие сведения о схемах

Все электрические машины, аппараты и приборы электровоза, соединенные соответствующим образом проводами, образуют многочисленные электрические цепи. Графическое изображение электрических цепей называют электрической схемой. Изображение электрических цепей на схемах производят с учетом определенных правил, обусловленных соответствующими ГОСТами. Если схема определяет полный состав элементов электрических цепей и связи между ними, дает детальное представление о принципе работы аппаратов, установок, то ее называют принципиальной. В другом случае схема показывает соединение аппаратов, машин, определяет провода, кабели, которыми осуществляют эти соединения, а также места их присоединения (зажимы, разъемы). Такую схему по ГОСТ 2.701—68 называют схемой соединений (монтажной). При изображении принципиальных схем допускают значительные упрощения. Так, например, катушки и контакты какого-либо аппарата изображают на схеме не рядом, как это имеет место в действительности, а в различных местах в составе тех цепей, к которым они принадлежат. Провода изображают отрезками прямых линий, хотя в монтажном исполнении провода имеют много изгибов. Допускается изображение нескольких проводов одним отрезком пря-

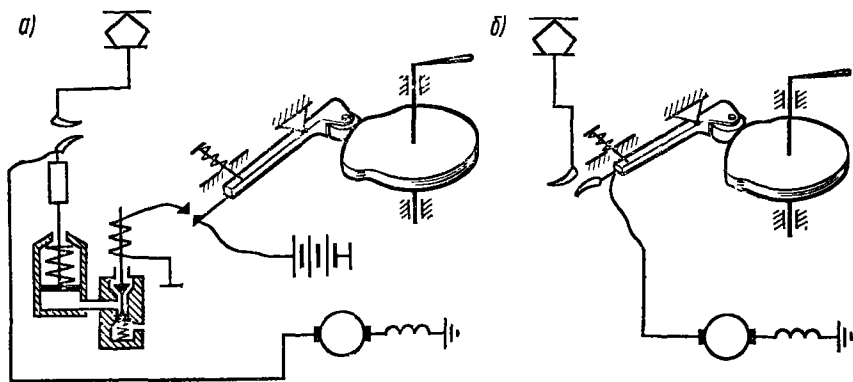


Рис. 236. Схемы электрических цепей при косвенном (а) и непосредственном (б) управлении тяговыми двигателями

мой. При этом разветвление проводов показывают в точках, где это удобно при графическом изображении, а не на зажимах аппаратов и реек, как это сделано в действительности. В схемах соединений (в монтажных схемах) катушки аппаратов, их контакты изображают в таком же порядке, как это имеет место на электровозе. Для изучения принципа действия аппаратов в их взаимосвязи используют принципиальные схемы, а для руководства при монтаже пользуются схемами соединений. Успешно пользоваться схемами соединений можно только тогда, когда твердо усвоены принципиальные схемы и имеется навык в их чтении. При изучении цепей электровоза в основном рассматривают принципиальные схемы, так как они позволяют хорошо усвоить взаимосвязь аппаратов и машин, запомнить пути прохождения тока.

На электровозах используют косвенную систему управления аппаратами. При такой системе управления переключения в силовых цепях осуществляются аппаратами, установленными в высоковольтной камере, а управляют этими аппаратами из кабины машиниста. Машинист при косвенной системе управления пользуется контроллером, кнопочными выключателями, с помощью которых подается низкое напряжение на катушки электромагнитных или пневматических приводов аппаратов, находящихся в высоковольтной камере (рис. 236, а). В принципе возможна и непосредственная система управления аппаратами, когда силовые цепи включаются и выключаются только силовыми аппаратами без промежуточных звеньев. В этом случае не обеспечивается безопасность лица, управляющего силовыми аппаратами, и по этой причине непосредственная система управления (рис. 236, б) на магистральных электровозах применяется только для переключения разъединителей, рубильников, отключателей тяговых двигателей.

При косвенной системе управления все цепи электровоза делят на силовые тяговых двигателей, силовые вспомогательных машин и цепи управления. Изучение силовых цепей тяговых двигателей и цепей управления ими обычно производят при совместном их рассмотрении. Также совместно разбирают вспомогательные цепи с цепями управления, которые относятся к ним.

§ 79. Условные обозначения в схемах

Условные графические обозначения, используемые в схемах электровозов, определены группой стандартов, входящих в ЕСКД (Единая система конструкторской документации). Но у различных аппаратов имеются элементы (катушки, контакты), графическое обозначение которых может быть одинаковым. В этом случае графические обозначения дополняют условными буквенными или цифровыми обозначениями. Буквенные обозначения обычно составляют из первых букв названия аппарата, например: *БВ* — быстродействующий выключатель; *БК* — быстродействующий контактор; *ВУ* — выключатель управления; *ВН* — виток насыщения быстро-

действующего контактора; *ВЛ* — положение реверсора *Вперед*; *ИШ* — индуктивный шунт; *КВЦ* — контактор вспомогательных цепей; *КСП* — групповой переключатель (*КСП I*, *КСП II* — групповые переключатели первой и второй секций электровозов ВЛ10, ВЛ8; *КСП O* — общий групповой переключатель этих же электровозов); *КУ* — щиток кнопочного управления; *КМЭ* — контроллер машиниста электровоза; *К*, *КК* — выводные кабели обмоток возбуждения; *Наз.* — положение реверсора *Назад*; *ОП* — ослабление возбуждения тяговых двигателей; *ПВ-В* (*ПВ-Н*) — положение переключателя вентиляторов; *РБ* — реле буксования; *РП* — реле перегрузки; *ТКМ* (*ТКТ*) — положение тормозного переключателя (моторный и тормозной режимы); *С*, *СП*, *П* — виды соединений тяговых двигателей; *Я*, *ЯЯ* — выводные кабели обмоток якорей.

Провода цепей управления, проходящие через междукровные (межэлектровозные) соединения называют линейными. Провода цепей управления, соединяющие аппараты внутри электровоза (секции электровоза), называют внутрикузовными (секционными). Линейные провода обозначают цифрами без буквенного индекса или буквой *К* с цифрами. Внутрикузовные провода обозначают буквой *Н* с цифровым индексом или цифрой с буквенным индексом в порядке алфавита, если внутрикузовные провода соединяют блокировочные контакты или катушки аппаратов одной цепи. Номера проводов и аппаратов, поставленные в скобках, относятся к одноименным проводам и аппаратам второй кабины или второй секции.

Силовые и блокировочные контакты аппаратов на схемах изображают в различном, но строго определенном положении. Правило изображения контактов заключается в том, что все контакты на схеме вычерчивают в том виде, который они занимают при нормальном положении данного аппарата. У аппаратов, имеющих два положения: включенное и выключенное (электропневматические и электромагнитные контакторы, быстродействующий выключатель, БК, ВВЦ и др.), нормальным считается положение, при котором привод аппарата не приведен в действие (т. е. когда катушка привода не возбуждена и аппарат выключен). У этих аппаратов блокировочные контакты разделяют на замыкающие и размыкающие. Если контакт замыкается, когда аппарат включается, то такой контакт называют замыкающим. Если контакт размыкается при включении аппарата, то такой контакт называют размыкающим.

У аппаратов, которые имеют несколько рабочих положений и не имеют отключенного положения (групповые переключатели, реверсоры, тормозные переключатели, переключатели вентиляторов и т. п.), за нормальное положение принято одно из этих положений. Так, для групповых переключателей нормальным считается положение последовательного соединения тяговых двигателей *С* (на электровозах ВЛ10, ВЛ8 для групповых переключателей *КСП I* и *КСП II* за нормальное положение принято положение *С*, *СП*). Для реверсоров нормальным считается положение *Вперед*, а для тормозных переключателей за нормальное положение принято положение тягового режима (*М*, *ТКМ*). Для переключателей венти-

ляторов нормальным считается положение *Высокая скорость вентиляторов*, а для отключателей тяговых двигателей нормальное положение — двигатели включены. У этой группы аппаратов название блокировочных контактов определяется буквенным обозначением, которое указывает, при каком положении блокировочный контакт замкнут. Например, блокировочный контакт реверсора, изображенный на схеме как разомкнутый, именуется «блокировкой, замкнутой в положении *Назад*», а блокировочный контакт, показанный на схеме замкнутым, именуется «блокировкой замкнутой в положении *Вперед*». Блокировочные контакты переключателя вентиляторов, изображенные на схеме разомкнутыми, обозначены *ПВ-Н* и будут замыкаться при переключении на низкую частоту вращения вентиляторов. Блокировочные контакты, изображенные на схеме замкнутыми, обозначены *ПВ-В* и называются они блокировками, замкнутыми при высокой частоте вращения вентиляторов. Блокировочные контакты группового переключателя, изображенные на схеме в разомкнутом или замкнутом виде, именуют буквами, стоящими после обозначения *КСП*. Например, при обозначении *КСП-С*, стоящем над блокировочным замкнутым контактом, такой блокировочный контакт именуют «блокировка группового переключателя, замкнутая при последовательном соединении тяговых двигателей». Буквы *КСП-С-СП*, стоящие над замкнутой блокировкой, означают блокировку группового переключателя, замкнутую при последовательном и последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей. Если над разомкнутым блокировочным контактом стоит обозначение *КСП-П*, то такой контакт именуют «блокировка группового переключателя, замкнутая на параллельном соединении».

В схемах электровозов ЧС приняты обозначения, отличные от обозначений отечественных электровозов. Аппараты, входящие в силовую цепь тяговых двигателей, обозначены цифрами от 001 до 199, а аппараты, входящие в высоковольтные цепи вспомогательных машин, обозначены цифрами от 200 до 299. Аппараты цепей управления имеют обозначения от 300 до 499, аппараты сигнальных цепей обозначены цифрами от 500 до 599, аппараты цепей освещения — от 600 до 699, цепей отопления — от 700 до 799, цепей заряда аккумуляторной батареи — от 800 до 849, а измерительные приборы — от 850 до 899.

Свою нумерацию имеют не только те или иные аппараты, но и отдельные элементы этих аппаратов, находящиеся в различных цепях. Так, например, групповой переключатель на электровозах ЧС2 имеет номер 04, пневматический привод его имеет номер 045, вентили привода его — 047 и 048, контакторные элементы переключателя имеют обозначения с 0401 и 0432, блокировки привода — 0451, блокировки вала переключателя — 0401. Быстродействующий выключатель имеет номер 021, а его части: катушка включающего магнита — 0211, катушка удерживающего магнита — 0212, блокировки привода — 0213, блокировки главного контакта — 0214. Контроллер машиниста обозначен номером 301 (302), а

отдельные части его: катушки электромагнитных защелок — 3013(3023), ведущий барабан — 3017(3027). Контакты реверсоров 07 и 08 обозначены буквами *A, B, C, D, E, F*.

Провода обозначены малыми трехзначными цифрами; причем провода силовых цепей обозначены номерами от 001 до 199, провода вспомогательных цепей — от 200 до 299 и т. д.

§ 80. Способы перехода с одного соединения тяговых двигателей на другое

Как указывалось выше, частоту вращения тяговых двигателей можно регулировать изменением напряжения на их зажимах или ослаблением возбуждения главных полюсов. Изменение напряжения на зажимах тяговых двигателей электровозов постоянного тока осуществляют применением различных видов соединения тяговых двигателей: последовательного (С), последовательно-параллельного (СП) и параллельного (П). Переключение тяговых двигателей с одного соединения на другое называют переходом. Наиболее просто такой переход можно было бы осуществить путем полной разборки цепи тяговых двигателей с последующим подключением двигателей по схеме нового соединения, но при разборке цепи тяговых двигателей полностью теряется сила тяги, а при включении тяговых двигателей по новой схеме возникает рывок электровоза. По этой причине переход в таком простом виде на магистральных электровозах постоянного тока не применяют.

Для переходов с одного соединения тяговых двигателей на другое, при которых сила тяги полностью не исчезает, на магистральных электровозах применяют короткое замыкание части тяговых двигателей, шунтирование части тяговых двигателей резисторами, схему моста, запирающие диоды

При переходе коротким замыканием в обмотках якорей закортченных двигателей продолжает индуктироваться э. д. с. за счет остаточного магнетизма. Под действием э. д. с. в цепи тяговых двигателей появится генераторный ток, который имеет направление, обратное току тягового режима. В результате возникает тормозной момент. Поэтому способ перехода коротким замыканием части тяговых двигателей на современных магистральных электровозах из-за появления значительного генераторного тока не применяют.

На электровозах ВЛ18, ВЛ10, ВЛ10^у переход с последовательного на последовательно-параллельное соединение осуществляют замыканием части тяговых двигателей на группу пусковых резисторов. Такой переход осуществляют в пять этапов. На последовательном соединении все тяговые двигатели соединены в одну последовательную цепь (рис. 237, а).

На первой переходной позиции для ограничения броска тока в цепь тяговых двигателей вводятся пусковые резисторы первой секции электровоза и часть резисторов второй секции электровоза (рис. 237, б).

На второй переходной позиции осуществляется закорачивание тяговых двигателей V, VI и VII, VIII второй секции электровоза и соединенных с ними последовательно секций пусковых резисторов контакторным элементом 33-0 группового переключателя (рис. 237, в).

Тяговые двигатели первой секции электровоза остаются в работе и ток через их обмотки замыкается на «землю», минуя обмотки тяговых двигателей второй секции электровоза. В цепи тяговых двигателей второй секции электровоза генераторный ток, а следо-

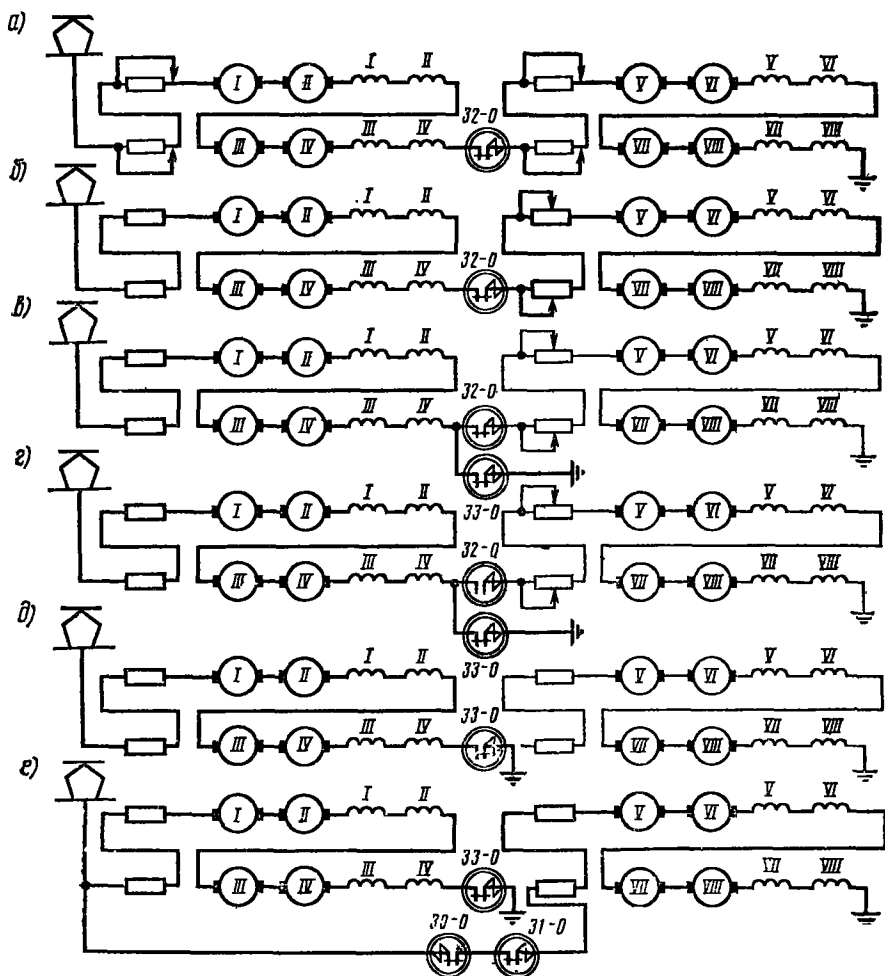


Рис. 237. Схемы переключения тяговых двигателей восьмиосного электровоза с последовательного на последовательно-параллельное соединение:

а — последовательное соединение, б, в, г, д, е — соответственно 1, 2, 3, 4 и 5-я переходные позиции

вательно, и тормозной момент уменьшаются вводом секций пусковых резисторов.

На третьей переходной позиции цепь тяговых двигателей *V—VIII* отсоединяется от цепи тяговых двигателей первой секции электровоза контакторным элементом группового переключателя *32-0* (рис. 237, *з*).

На четвертой переходной позиции в цепь тяговых двигателей *V—VIII* вводится часть секций пусковых резисторов для предотвращения резкого увеличения силы тяги на 1-й позиции последовательно-параллельного соединения, когда они вступят в работу (рис. 237, *д*).

К концу перехода, т. е. на пятой переходной позиции, отключенные тяговые двигатели *V—VIII* подключаются контакторами *30-0* и *31-0* к контактной сети. Так как вместе с ними подключаются пусковые резисторы, то бросок тока будет ограничен. Тяговые двигатели образуют две самостоятельные цепи (рис. 237, *е*).

Шунтирование части тяговых двигателей переходными резисторами применяют на электровозах ВЛ8, ВЛ10, ВЛ10^у (рис. 238), ЧС2 и ЧС2* при переходе с последовательно-параллельного соединения на параллельное, а на электровозах ВЛ23 при всех переключениях.

На ходовой позиции последовательно-параллельного соединения все пусковые резисторы выведены из цепи тяговых двигателей (рис. 238, *а*).

На первой переходной позиции в цепь тяговых двигателей вводится часть пусковых резисторов (рис. 238, *б*).

На второй переходной позиции выключением контакторных элементов *22-1* и *22-2* групповых переключателей подготовливаются отдельные группы резисторов для параллельного соединения двигателей (рис. 238, *в*).

На третьей переходной позиции тяговые двигатели *I, II* и *V, VI* после включения контакторных элементов *23-1* и *23-2* шунтируются переходными резисторами (рис. 238, *г*). При этом через зашунтированные тяговые двигатели может идти часть тока из контактной сети, если противоз. д. с. в зашунтированных тяговых двигателях не велика (при малой частоте вращения тяговых двигателей). Большая часть тока будет идти через переходные резисторы и через тяговые двигатели *III, IV, VII, VIII*. Зашунтированные тяговые двигатели в этом случае будут развивать некоторую силу тяги. При значительной скорости движения, когда частота вращения тяговых двигателей велика, в зашунтированных тяговых двигателях *I, II* и *V, VI* наводится значительная противоз. д. с. и в этом случае в их цепях появится генераторный ток, который будет создавать небольшой тормозной момент. Однако протекание этого тока быстро прекратится, так как их магнитная система быстро размагничивается.

На четвертой переходной позиции тяговые двигатели *I, II* и *V, VI* отключаются контакторными элементами *25-1* и *25-2* (рис. 238, *д*).

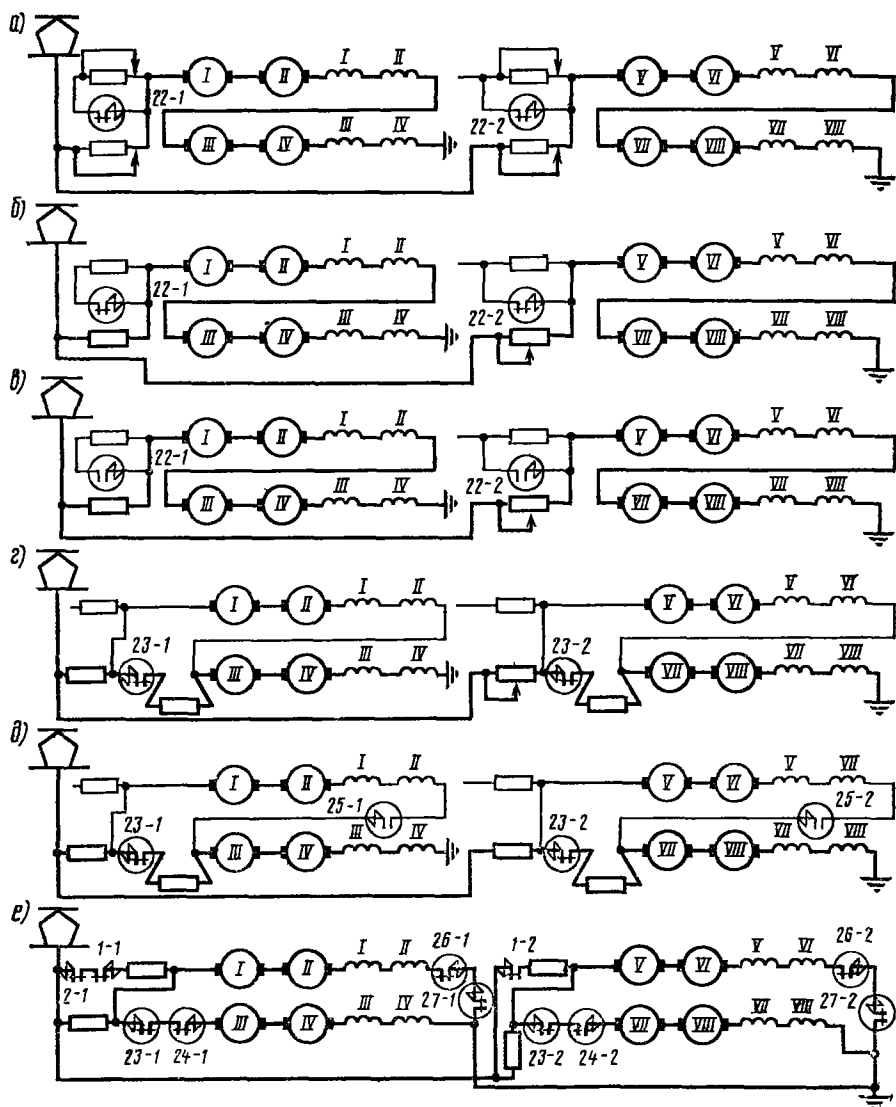


Рис 238. Схемы переключения тяговых двигателей восьмиосного электровоза с последовательно-параллельного на параллельное соединение:
 а — последовательно-параллельное соединение, б, в, г, д, е — соответственно 1, 2, 3, 4 и 5-я переходные позиции

На пятой переходной позиции тяговые двигатели *I*, *II* и *V*, *VI* подключаются контакторами 26-1, 27-1 и 26-2, 27-2 к «земле», а группы пусковых резисторов контакторами 1-2 и 2-1 к контактной сети. Все тяговые двигатели образуют четыре параллельные цепи, в каждой из которых включено по два двигателя (рис. 238, *е*).

Переход по схеме моста применяют при переключении тяговых двигателей с последовательного на последовательно-параллельное соединение на электровозах ЧС2 и ЧС2^г последних выпусков и электровозах ЧС1 и ЧС3.

При переходе с последовательного (рис. 239, *а*) на последовательно-параллельное соединение сначала параллельно тяговым двигателям подключают пусковые резисторы контакторными элементами 28 и 29 (рис. 239, *б*). На этом соединении тяговые двигатели и пусковые резисторы оказываются включенными по схеме моста. Два плеча этого моста составляют две группы тяговых двигателей, а другие два плеча образуют две группы резисторов. При таком включении тяговых двигателей напряжение на каждой из групп двигателей остается таким же, что и на ходовой позиции последовательного соединения (оно остается равным половине напряжения сети). Поэтому режим работы двигателей в момент образования моста не изменяется. Ток от токоприемника протекает по двум параллельным цепям. Такое протекание тока может сопровождаться наличием или отсутствием уравнительного тока в цепи мостовых контакторов 21 и 26. Если напряжение на каждой группе двигателей будет равно падению напряжения на включенных параллельно этим группам двигателей резисторах, то потенциалы точек *т* и *п* будут одинаковы и ток по мостовым контакторам протекать не будет. При скорости движения меньшей скорости выше рассмотренного случая в якорях каждой группы двигателей против-э. д. с. будет меньше, поэтому потенциал точки *т* будет больше потенциала точки *п*. Уравнительный ток потечет от точки *т* к точке *п*. При большей скорости движения электровоза в якорях каждой группы двигателей будет большая против-э. д. с. По обмоткам двигателей будет протекать меньший ток, чем по резисторам, подключенным параллельно группам двигателей. Тогда уравнительный ток потечет от точки *п* к точке *т*. Равновесие тока нарушается также и при колебаниях напряжения в сети, и при изменении нагрузки.

Практически переход почти всегда происходит при наличии уравнительного тока в цепи мостовых контакторов. Поэтому при размыкании мостовых контакторов (рис. 239, *в*), когда образуются две самостоятельные цепи двигателей, разрывается цепь уравнительного тока. Это сопровождается некоторым изменением тока двигателей, а следовательно, и силы тяги, развиваемой ими. Так, если в момент размыкания мостовых контакторов уравнительный ток протекал от точки *п* к точке *т*, то ток в двигателях и сила тяги несколько возрастут, так как при размыкании мостовых контакторов последовательно с каждой группой двигателей будут включены резисторы, падение напряжения на которых меньше, чем на другой

группе двигателей. Если в момент размыкания мостовых контактов уравнительный ток протекал от точки m к точке n , то ток в двигателях и сила тяги уменьшаются, так как с каждой группой двигателей последовательно будут включены резисторы, падение напряжения на которых больше, чем на другой группе двигателей. В конце перехода выводится часть секций пусковых резисторов из цепей тяговых двигателей (рис. 239, $г$).

Переход по способу моста, как видно из вышеуказанного, не устраняет колебаний силы тяги и полностью не обеспечивает плавность перехода. Но так как при таком способе перехода все тяговые двигатели остаются в тяге в процессе всего перехода, то по сравнению с вышеописанными способами перехода изменения силы тяги при переходе по способу моста будут наименьшими.

На электровозах ВЛ11 на каждой из секций, имеющих одинаковую схему, переход с СП на соединение П осуществляется с использованием блоков запирающих диодов (Бл. Д.).

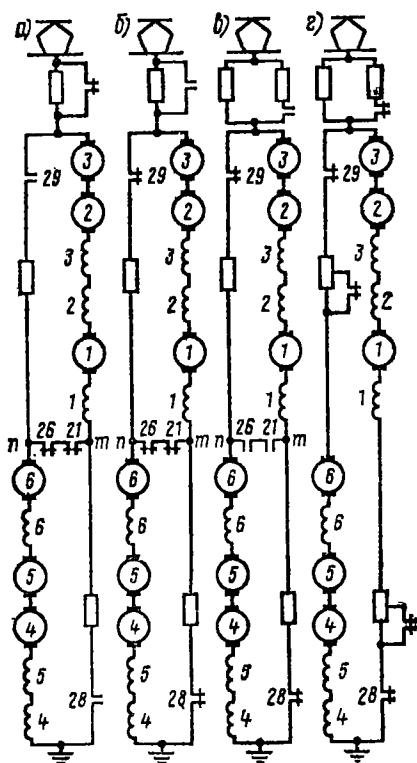


Рис. 239. Схемы переключения тяговых двигателей электровоза ЧС2 с последовательного на последовательно-параллельное соединение по способу моста

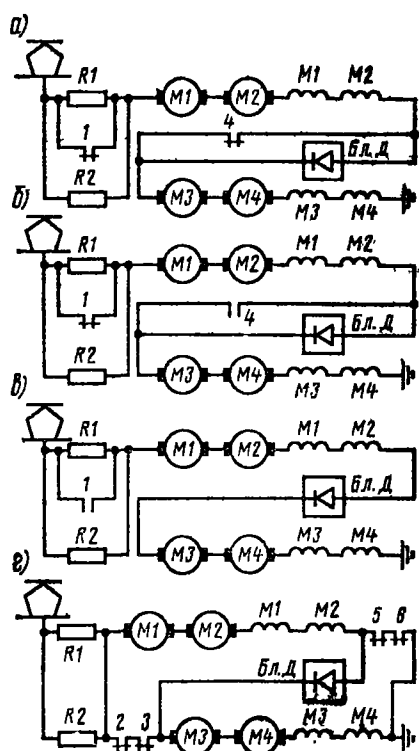


Рис. 240. Схемы переключения тяговых двигателей электровоза ВЛ11 с последовательно-параллельного на параллельное соединение с применением запирающих диодов

Переход осуществляется в четыре этапа. На соединении СП четыре тяговых двигателя секции образуют одну последовательную цепь. На первой переходной позиции (рис. 240, а) отключаются реостатные контакторы, но пусковые резисторы в цепь тяговых двигателей не вводятся, так как они шунтируются контакторным элементом 1 группового переключателя. На второй переходной позиции (рис. 240, б) отключается контакторный элемент 4 группового переключателя, но цепь тяговых двигателей МЗ и М4 остается подключенной к тяговым двигателям М1 и М2 через блок диодов Бл. Д. На третьей переходной позиции (рис. 240, в) тяговые двигатели остаются включенными последовательно, но в цепь тяговых двигателей вводятся две группы пусковых резисторов R1 и R2, соединенных параллельно. Это происходит при размыкании контакторного элемента 1 группового переключателя. На четвертой переходной позиции (рис. 240, г) замыкаются контакторные элементы 2, 3, 5, 6, в результате чего тяговые двигатели МЗ и М4 оказываются включенными параллельно с тяговыми двигателями М1 и М2. Таким образом, переход с использованием запирающего диода осуществляется без разрыва цепи и без образования генераторного тока.

§ 81. Электрические схемы электровоза ВЛ10 *

Общие сведения. Управление токоприемниками, быстродействующими выключателями, вспомогательными машинами, отоплением, песочницами, освещением, звуковыми сигналами и другими вспомогательными цепями осуществляют кнопочными выключателями, смонтированными на щитках 81-1 (82-2), 84-1 (85-2), 152-1 (153-2), 154-1 (155-2), 142-1 (142-2), 141-1 (141-2) (см. рис. 251 *) в кабинах машиниста. Помимо этих выключателей, используют кнопочные выключатели, установленные на щитке (83-1) высоковольтной камеры первой секции электровоза, и выключатели, установленные на щитке 116-2 в высоковольтной камере второй секции электровоза.

Кнопки щитка 83-1 при нормальной работе электровоза должны быть во включенном положении. Выключают их при отключении неисправного токоприемника, компрессора или возбудителей. Кнопки щитка 116-2 используют при проверке включения БВ, КВЦ и возбудителей при опущенных токоприемниках.

Перед тем как привести цепи электровоза в действие, нужно проверить, закрыты ли двери высоковольтных камер и люк на крышу, убедиться, что шинный разъединитель 58-1 установлен в положение работы от высокого напряжения, имеется ли сжатый воздух в резервуаре управления. При подготовке цепей электровоза к работе вначале на панели управления 77-2 включают рубильник батареи, а рубильник переключения генераторов устанавливают

* Описание схем выполнено для электровозов ВЛ10 с № 1265 постройки НЭВЗа и для электровозов ВЛ10у.

в верхнее положение (в положение *Генератор I*). В нижнее положение рубильник устанавливают только при неисправности первого генератора, так как при таком положении рубильника невозможна работа вентиляторов на *Низкой скорости*. От плюса батареи через предохранитель на 50 А и предохранители 264-2 (5 А), 270-2 (10 А), 271-2 (10 А), 272-2 (35 А), 265-2 (15 А), 266-2 (10 А), 495-2 (50 А), 267-2 (25 А), 268-2 (35 А), 269-2 (25 А) напряжение подается на провода *H97, K49, K53, K50, H98, K52, H102, H20, H100, K93, K51*.

Цепи питания со стороны минуса соединяются через корпус кузова электровоза, шунт амперметра батареи, правый нож рубильника батареи, предохранитель 50 А и минус батареи.

Поднятие токоприемника. При включении кнопки *Токоприемники* на щитке 81-1 (82-2) напряжение от провода *K59* подается к контактам кнопок *Токоприемник задний* и *Токоприемник передний*. От провода *K100* возбуждается низковольтная катушка вентиля защиты 205-2 (см. рис. 251*, 252*) и клапан пропускает сжатый воздух к пневматическим блокировкам дверей высоковольтных камер и люка на крышу. Так как двери высоковольтных камер и люк должны быть закрыты, то воздух к клапанам токоприемников поступает через соответствующие пневматические блокировки, которые блокируют двери высоковольтных камер и люк на крышу в закрытом положении. По проводу *K100* напряжение через блокировку реле контроля защиты 105-2 подается на сигнальные лампы *РКЗ* и к цепям других сигнальных ламп.

При включении кнопки *Токоприемник задний* (*Токоприемник передний*) напряжение подается на провод *K39* (*K38*). Через замкнутую кнопку щитка 83-1 *Токоприемник II* (*Токоприемник I*) напряжение по проводу *H105* (*H104*) подается на катушку вентиля клапана токоприемника 94-1 (*93-1*). Катушка возбуждается и соответствующий токоприемник поднимается (рис. 241).

При касании полоза токоприемника контактного провода образуются цепь (рис. 242): токоприемник 45-2 (*45-1*), крышовой разъединитель 47-2 (*47-1*), резистор *P52-P51*, катушка реле контроля защиты 105-2, высоковольтная катушка вентиля защиты 205-2, корпус кузова. Реле контроля защиты 105-2 включается и своими контактами разрывает цепь сигнальных ламп *РКЗ 387-1* (*388-2*). Возбуждение высоковольтной катушки вентиля защиты 205-2 не приводит к изменению положения клапана, так как магнитные потоки низковольтной и высоковольтной катушек складываются. Напряжение подается также на вольтметры 60-1 и 61-2 и на обмотки напряжения счетчиков электрической энергии. Вольтметры покажут напряжение контактной сети.

Включение быстродействующего выключателя БВЗ-2 и контактора КВЦ-2 вспомогательных цепей. На электровозах ВЛ10 последнего выпуска установлен быстродействующий выключатель БВЗ-2. Партия электровозов также выпущена с контакторами вспомогательных цепей КВЦ-2. Электровозы ВЛ10 первых выпусков имели быстродействующий выключатель БВЭ-ЦНИИ.

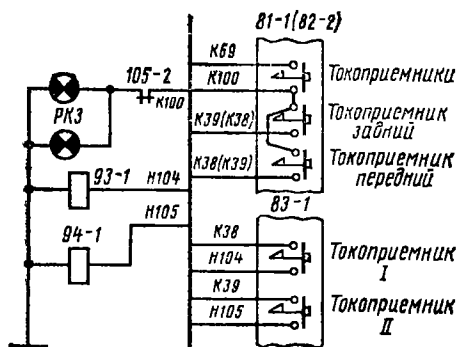


Рис. 241. Схема цепей управления токоприемниками электровоза ВЛ10

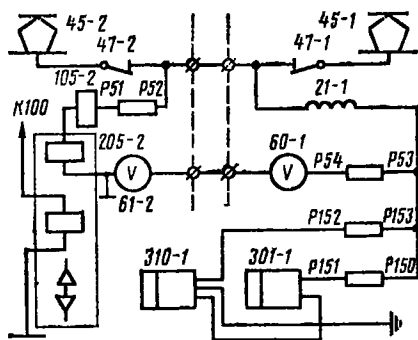


Рис. 242. Схема высоковольтных цепей, получающих питание при подъеме токоприемника электровоза ВЛ10

Быстродействующим выключателем БВЗ-2 управляют двумя кнопками: *Включение БВ2* и *Отключение БВ2* на щитке 81-1 (82-2) или на щитке 116-2 (рис. 243). К кнопке *Включение БВ2* напряжение подводится от провода *К50* через размыкающую блокировку быстродействующего выключателя вспомогательных цепей 53-2. К кнопке *Отключение БВ2* напряжение подается непосредственно от провода *К50*.

Для включения *БВ2 (53-2)* кратковременно включают кнопку *Включение БВ2*. При этом от провода *К61* питание получает провод *К82*, а от него — катушка контактора *163-2*. Контактор *163-2* включается и замыкает цепь включающей катушки *53-2*. Контактный рычаг *БВ2* поворачивается под действием включающего магнита до момента замыкания защелки. При этом между силовыми контактами остается зазор 3—4 мм. При отпускании кнопки *Включение БВ2* катушка контактора *163-2* теряет питание и он отключается, размыкая цепь включающей катушки *53-2*. Включающий магнит прекращает действие на контактный рычаг и силовые контакты *БВ2* замыкаются усилием пружины. Блокировки *53-2* меняют положение на обратное: размыкающая *53-2* разрывает цепь сигнальных ламп *БВ2*, другая такая же блокировка размыкается в цепи сигнальных ламп *АВР*, а через замыкающую блокировку *53-2* напряжение от провода *К50* подается на провод *К44* и далее к кнопкам, управляющим мотор-компрессорами и печами отопления. До отпуска кнопки *Включение БВ2* катушка контактора *163-2* получает питание через собственную блокировку, соединяющую провода *К50* и *К61*. Через эту блокировку получают питание сигнальные лампы *БВ2* после размыкания блокировки *53-2* до момента отпускания кнопки *Включение БВ-2* и замыкания силовых контактов *БВ2*.

Для отключения БВ2 включают кнопку Отключение БВ2. При этом от провода К50 через провод К77, замыкающую блокировку 53-2 напряжение подается на катушку оперативного отключения.

и *K79*, катушки контакторов *41-1* и *41-2*, корпус кузова. Контакторы *41-1* и *41-2* включаются и замыкают силовые цепи двигателей компрессоров (рис. 246). Контакторы компрессоров будут отключаться при размыкании контактов регулятора давления *90-1* при достижении давления воздуха в главных резервуарах 9 кгс/см^2 и вновь будут включаться при уменьшении давления до $7\text{—}7,5 \text{ кгс/см}^2$.

Включение быстродействующего выключателя силовой цепи 51-1. При включении кнопки *БВ1* на щитке *81-1* (*82-2*) по проводам *K50* и *K71* получает питание цепь сигнальных ламп *БВ1*. От провода *K71* (рис. 247) возбуждается катушка дифференциального реле *52-1* и катушка вентиля *Возврат 51-1*, но эти аппараты не включаются, так как ток в цепях их катушек ограничен добавочным резистором.

При включении кнопки *Возврат БВ1* на щитке *81-1* (*82-2*) напряжение подается на провод *H130* (*H131*) и через контакторный элемент контроллера машиниста, замкнутый только на нулевой позиции, по проводу *47* подводится к катушке вентиля *Возврат 51-1* и к катушке дифференциального реле *52-1*. Дифференциальное реле включается и замыкается блок-контакт в цепи удерживающей катушки *БВ* (ток проходит по цепи: провод *K71*, размыкающие контакты реле перегрузки преобразователей *57-2* и *57-1*, замыкающий контакт дифференциального реле *52-1*, блокировка тормозного переключателя *ТК1-М*, удерживающая катушка *БВ 51-1*, корпус кузова). Вентиль *Возврат БВ* впускает сжатый воздух в цилиндр привода быстродействующего выключателя. Якорь *БВ* придвигается к полюсным наконечникам. При этом блокировки быстродействующего выключателя меняют положение: размыкающие в цепях сигнальных ламп *БВ1*, катушки *Возврат 51-1* и *АВР* размыкаются, а замыкающие — замыкаются.

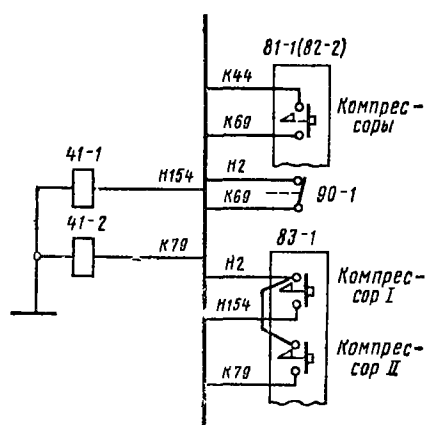


Рис. 245. Схема цепей управления двигателями компрессоров электровоза ВЛ10

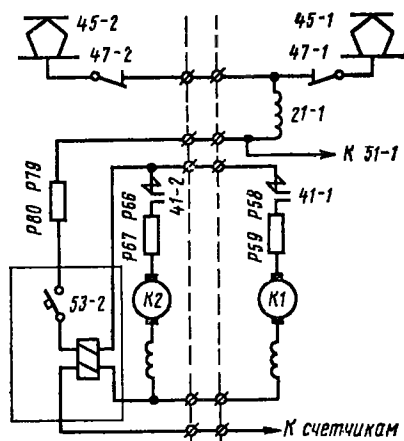


Рис. 246. Схема силовых цепей двигателей компрессоров электровоза ВЛ10

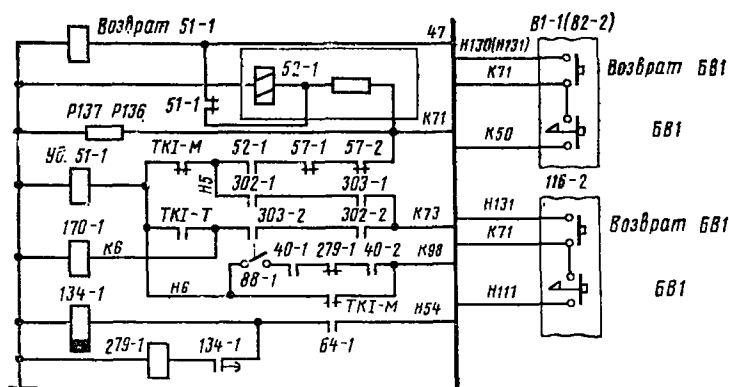


Рис. 247. Схема цепей управления быстродействующим выключателем силовых цепей электровоза ВЛ10

При выключении кнопки *Возврат БВ1* провод *Н130 (Н131)*, а следовательно, и провод *47* теряют питание. Теряет возбуждение вентиль *Возврат 51-1* и воздух выходит из цилиндра привода быстродействующего выключателя. Контактный рычаг быстродействующего выключателя под действием отключающих пружин поворачивается так, что силовые контакты замыкаются. Катушка дифференциального реле после размыкания блокировки *51-1* и выключения кнопки *Возврат БВ1* остается в возбужденном состоянии, получая питание от провода *К71* через добавочный резистор. При срабатывании дифференциального реле *52-1*, когда его контакты размыкают цепь удерживающей катушки *51-1* БВ, в этой катушке возникает значительная э. д. с. самоиндукции. Разрядный резистор *P136-P137* гасит коммутационное перенапряжение, защищая контакты дифференциального реле от подгорания.

В рекуперативном режиме при разомкнутой блокировке *TKI-M* удерживающая катушка быстродействующего выключателя *51-1* будет получать питание по цепи: провод *К71*, размыкающие контакты реле *57-2* и *57-1*, замыкающий контакт дифференциального реле *52-1*, замыкающие блокировки быстродействующих контакторов *302-1*, *303-1*, *302-2*, *303-2*, блокировка тормозного переключателя *TKI-T*, удерживающая катушка быстродействующего выключателя *51-1*, корпус кузова.

При включении быстродействующего выключателя напряжение по проводу *К98* подается к кнопкам, управляющим мотор-вентиляторами. В тяговом режиме питание провода *К98* осуществляется по цепи: провод *К71*, блокировки реле перегрузки *57-2* и *57-1* преобразователей, контакты дифференциального реле *52-1*, блокировка тормозного переключателя *TKI-M*, провод *Н6*, блокировка тормозного переключателя *TKI-M*, провод *К98*. В режиме рекуперации цепь питания провода *К98* осуществляется через блокировки быстродействующих контакторов *302-1*, *303-1*, *302-2*, *303-2*, блокировку тормоз-

ного переключателя *ТКИ-Т*, провод *Н6*, контакт *АВУ 88-1*, замыкающую блокировку контактора *40-1*, размыкающую блокировку реле *279-1*, замыкающую блокировку контактора *40-2*.

Контакты *АВУ 88-1* включены в цепь провода *К98* для того, чтобы при понижении давления в тормозной магистрали до 2,7—2,9 кгс/см² отключились мотор-вентиляторы, БК и БВ. При этом цепи рекуперативного торможения будут разбираться. Это исключает юз при одновременном пневматическом и электрическом торможении. Электроблокировочные вентили *122-1* и *122-2* (см. рис. 251 *), начиная с 3-й тормозной позиции, отключают тормозные цилиндры от воздухораспределителей, исключая действие пневматических тормозов электровоза при служебном торможении поезда. Но при большой разрядке магистрали электроблокировочные клапаны даже при возбужденных катушках соединяют тормозные цилиндры с воздухораспределителями и тормоза электровоза приходят в действие. Вот почему во избежание двойного торможения в этом случае электрическое торможение снимается.

Блокировки контакторов *40-1* и *40-2* (см. рис. 247) включены в эту цепь для того, чтобы при отключении контакторов преобразователей, в случае их неисправности или срабатывания реле оборотов, отключился БВ. Цепи рекуперации разберутся. Если допустить работу цепей при снятом возбуждении с тяговых двигателей, то они перейдут в тяговый режим и будут работать с недопустимо большими токами.

Реле *279-1* обеспечивает отключение БВ при рекуперации на параллельном соединении, если напряжение на зажимах рекуперирующих тяговых двигателей будет длительное время превышать 4000 В. Напряжение к катушке реле времени *134-1* подводится по проводу *Н54* через блокировку *КСП-П* в проводах *К11-Н54*. Если суммарное напряжение рекуперирующих двигателей превысит 4000 В, то якорь реле максимального напряжения *64-1* притянется и контакты его замкнут цепь питания катушки реле *134-1*. Так как реле *134-1* выполнено с выдержкой времени, то якорь этого реле притянется, если контакты реле *64-1* будут в замкнутом положении более 10—15 с. Тогда замкнутся контакты реле *134-1* в цепи катушки промежуточного реле *279-1*. Реле *279-1* включится и разомкнет цепь провода *К98*, что и приведет к отключению мотор-вентиляторов, быстродействующих контакторов, а следовательно, и быстродействующего выключателя.

В тормозном режиме от провода *Н5* при замкнутых блокировках быстродействующих контакторов питание подается по проводу *К6* на катушку промежуточного реле *170-1*. Это реле включается и размыкает цепь сигнальных ламп БК. При отключении любого из быстродействующих контакторов реле *170-1* отключается и замыкающий контакт его замыкает цепь сигнальных ламп.

При отключении быстродействующих выключателей и быстродействующих контакторов, помимо их сигнальных ламп, загораются лампы *АВР*, которые получают питание от провода *К100* через одну из блокировок *51-1*, *53-2* или *170-1* (см. рис. 251 *).

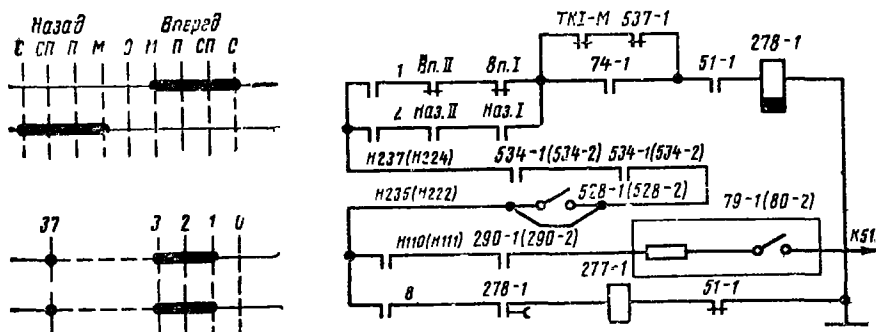


Рис 248 Схема цепей управления счетчиком срабатывания быстродействующего выключателя электровоза ВЛ10

При включенном быстродействующем выключателе, начиная с 1-й позиции, питание подается на катушку реле времени 278-1. Реле включается и замыкает свой контакт в цепи питания катушки 277-1 счетчика срабатываний БВ от провода 8. Но в этой цепи будет разомкнут размыкающий контакт 51-1 и катушка 277-1 питания получать не будет. Если происходит отключение БВ, то замыкающая его блокировка 51-1 размыкает цепь линейных контакторов и цепь катушки реле 278-1. Однако реле 278-1 некоторое время остается включенным и его контакт в цепи катушки счетчика 277-1 остается замкнутым. А так как в этой цепи замкнется размыкающая блокировка 51-1, то катушка счетчика 277-1 получит питание от провода 8. Счетчик работает. Когда реле времени 278-1 отключится, то его размыкающий контакт разомкнет цепь питания катушки 277-1. При отключении БВ, когда провода 1 (2) и 8 не имеют питания (при разобранных цепях тяговых двигателей), катушка 277-1 счетчика срабатываний не получит питания и счетчик не срабатывает (рис. 248).

Включение двигателей вентиляторов. При включении быстродействующего выключателя 51-1 напряжение подается по проводу К98 (рис. 249) к контактам кнопок, управляющих мотор-вентиляторами на щитке 81-1 (82-2). Если ни одна из этих кнопок не включена, то на провода К97 и К99 напряжение не подается и контакторы 42-2 и 42-1 будут отключены. Размыкающие блокировки этих контакторов в цепи питания катушек вентиля переключателя вентиляторов будут замкнуты.

При включении кнопки *Высокая скорость вентиляторов* на щитке 81-1 (82-2) образуется цепь: провод К98, контакты включенной кнопки, провод К99, катушка вентиля ПВ-В переключателя вентиляторов, размыкающие блокировки контакторов 42-2 и 42-1, корпус кузова. Переключатель вентиляторов устанавливается в положение *Высокая скорость* и своими силовыми сегментами соединяет контактные пальцы так, что электродвигатели вентиляторов образуют две параллельные ветви. Блокировочные пальцы ПВ-В замыкают-

ся, а *ПВ-Н* — размыкаются. Через блокировки *ПВ-В* питание подается от провода *К99* на катушки контакторов *42-1* и *42-2*, которые включаются и подключают цепи двигателей вентиляторов к контактной сети. Одновременно через блокировку *ПВ-В* питание подается по проводу *К89* к контактам кнопки *Возбудители*. Размыкающие блокировки контакторов *42-1* и *42-2* размыкаются и разрывают цепь питания катушек вентилей переключателей вентиляторов, но переключатель вентиляторов так и остается в положении *Высокая скорость*.

Для переключения двигателей вентиляторов на низкую частоту вращения кнопку *Высокая скорость вентиляторов* выключают на щитке *81-1* (*82-2*) и включают кнопку *Низкая скорость вентиляторов*. При этом с провода *К99* напряжение снимается и подается на провод *К97* и контакторы *42-1* и *42-2* отключаются, отсоединяя двигатели вентиляторов от контактной сети. Размыкающие блокировки контакторов *42-1* и *42-2* (рис. 250) замыкают цепи питания катушек вентилей переключателя вентиляторов.

При подаче питания на провод *К97* (см. рис. 249 и 251*) возбуждается катушка вентилей *ПВ-Н* переключателя вентиляторов. Переключатель поворачивается в положение *Низкая скорость*. Двигатели вентиляторов соединяются последовательно. Блокировки *ПВ-Н* замыкаются, а блокировки *ПВ-В* размыкаются. От провода *К97* через блокировку *ПВ-Н* возбуждается катушка контактора *42-2*, контактор включается и подсоединяет цепь двигателей вентиляторов к контактной сети. Размыкающая блокировка контактора *42-2* разрывает цепь питания катушек вентилей переключателя вентиляторов. Однако переключатель вентиляторов остается в положении *Низкая скорость*.

Переключатель вентиляторов имеет контакты, включенные в цепи генераторов управления. На низкой частоте вращения вентиляторов обмотки якорей генераторов соединяются последовательно контактами *ПВ-Н*, которые включены в цепь проводов *К42—Н84*. Контакты *ПВ-Н* в проводах *Н82—Н83* замыкают цепь питания об-

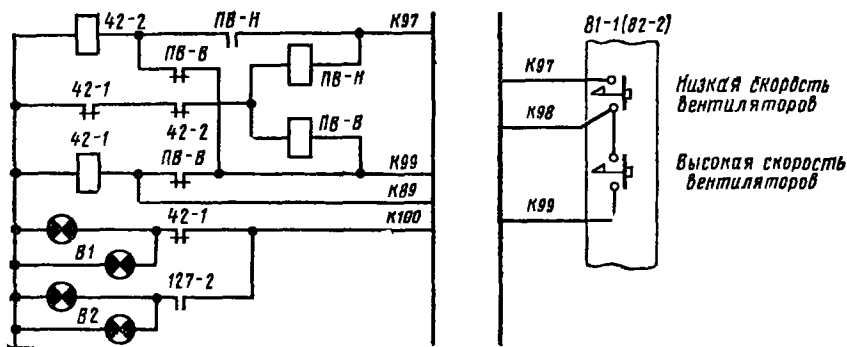


Рис. 249. Схема цепей управления двигателями вентиляторов электровоза ВЛ10

мотки возбуждения генератора Г2, а контакты ПВ-Н в проводах Н80—Н81 подают питание на катушки регулятора напряжения генератора Г2.

При включении вентиляторов на высокую частоту вращения гаснут сигнальные лампы В1 и В2, так как в цепях этих ламп размыкаются блокировки контакторов 42-1 и 127-2. При включении вентиляторов на низкую частоту вращения гаснут только сигнальные лампы В2 из-за размыкания замыкающей блокировки контактора 127-2. Контактор 127-2 отключается при размыкании в цепи питания его катушки размыкающей блокировки контактора 42-2 и размыкающего контакта реле обратного тока. При выключении контактора 127-2 его силовые контакты разрывают цепь,

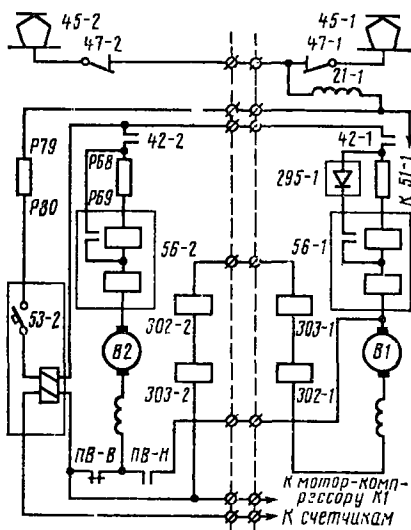


Рис. 250 Схема силовых цепей двигателей вентиляторов электровоза ВЛ10

шунтирующую балластные резисторы в цепях управления и в цепи заряда батареи. Цепи управления при этом будут получать питание от генератора управления через резистор $P141-P144$ сопротивлением 0,52 Ом, а аккумуляторная батарея будет заряжаться через резистор $P141-P140$ сопротивлением 0,25 Ом. За счет падения напряжения на этих резисторах при напряжении на зажимах генератора, равном 60—65 В, напряжение в цепях управления будет составлять 48—52 В, а напряжение на батарее — 55—56 В. Этим обеспечивается заряд аккумуляторной батареи повышенным напряжением при нормальном напряжении в цепях управления. В зависимости от режима работы электровоза, времени года и суток, ток в цепях управления будет значительно изменяться, так как изменяется число включаемых цепей и режим работы этих цепей. Для того чтобы при таких условиях падение напряжения на резисторе $P141-P144$ оставалось примерно одинаковым, этот резистор составлен из нескольких секций, которые шунтируются для работы в период с повышенной нагрузкой в цепях управления. Часть резистора $P143-P144$ (0,06 Ом) шунтируют зимой перемычкой, которую снимают при работе летом. Другая часть резистора $P142-P144$ (0,17 Ом) шунтируют контактами контактора 176-2.

Включение электрических печей и элементов обогревателей. После включения ВВ2 через блокировку 53-2 (рис. 251*)¹ напряжение подводится по проводу К44 к кнопкам, управляющим электропечами на щитах 84-1 (85-2). При включении кнопки *Электри-*

¹ Рисунки со знаком * приведены в конце книги вклейкой.

ческие печи I группы через контакты этой кнопки и предохранитель на ток 5 А напряжение подается на провод *H24 (H25)* и катушку контактора *43-1 (43-2)*, который включается и подключает четыре печи первой (второй) кабины, соединенные последовательно, к высоковольтной цепи. При включении кнопки *Электрические печи II группы* напряжение подается по проводу *K88* через предохранитель на ток 5 А к катушке контактора *44-2*. При включении этого контактора напряжение подводится к общей группе печей, две из которых установлены в первой кабине, а две — во второй.

После начала работы генераторов от провода *K58* напряжение подводится к кнопке *Электрическая плитка* на щитке *84-1 (85-2)*. При включении этой кнопки напряжение подается через предохранитель *489-1 (490-2)* на ток 10 А по проводу *H121 (H122)* к плитке *161-1 (162-2)*. При включении кнопки *350-2* создается цепь питания обогревателей масла компрессоров: предохранитель *267-2*, провод *H20*, контакты кнопки, провод *K47*, нагревательные элементы *345-1* и *346-2*, корпус кузова. Нагревательные элементы спускных кранов главных резервуаров *341-1, 342-1, 343-2, 344-2, 347-1, 347-2* получают питание через предохранитель *268-2*, по проводам *H100* и *K48* при включении контактора *75-2*. Включить этот контактор можно кнопкой *340-1 (340-2)* только после начала работы генераторов. При включении кнопки *218-1* создается цепь питания нагревательного элемента обогрева санузла *140-1*: предохранитель *269-2*, провод *K93*, контакты кнопки, провод *H112*, элемент нагревателя *140-1*, корпус кузова. Включением кнопки *Обогрев окон* на щитке *92-1 (92-2)* по проводу *K53* от панели управления напряжение подается по проводам *H118 (H119)* к двигателям вентиляторов *157-1* и *158-1 (157-2 и 158-2)*, обдувающих окна.

Включение освещения. Освещение включают кнопками на щитах *84-1 (85-2), 142-1 (142-2)*, напряжение к которым подводится от панели управления по проводу *K51*. При включении кнопки *Фонарь буфера правого* или *Фонарь буфера левого* создается цепь: контакты соответствующей кнопки, предохранитель *359-1 (360-2)* или *361-1 (362-2)* на ток 5 А, провод *H193 (H194)* или *H195 (H196)*, контакты переключателя цвета *338-1 (338-2)* или *337-1 (337-2)*, лампа соответствующего цвета, корпус кузова. При включении кнопки *Освещение измерительных приборов* по проводу *H191 (H192)* напряжение подается на ряд ламп в кабине машиниста. Включением кнопки *Освещение ходовых частей* напряжение подается по проводу *H124 (H125)* через предохранитель *369-1 (370-2)* на щитке *84-1 (85-2)* и далее проводом *K87* к лампам освещения ходовых частей. Включая кнопку *Тусклое освещение кабины* напряжение через предохранитель *367-1 (368-2)* подают по проводу *H261 (H262)* в цепь двух последовательно-соединенных ламп. Напряжение на каждой из ламп будет 25 В. При включении кнопки *Яркое освещение кабины* полное напряжение 50 В будет подано по проводу *H263 (H264)* к лампе, постоянно соединенной с корпусом кузова. Выключив кнопку *Тусклое освещение кабины*, соединяют вторую лампу с корпусом кузова проводом *H261 (H262)* через об-

ратные контакты кнопки и на эту лампу будет подано напряжение 50 В.

Включая кнопку *Прожектор тусклый свет*, напряжение подают через предохранитель 363-1 (364-2) по проводу Н197 (К36) на лампу прожектора. В цепь питания лампы в этом случае будет включен резистор Р131(Р235)-Р133(Р237), ограничивающий ток. Для получения яркого света прожектора нужно, не выключая кнопки *Прожектор тусклый свет*, включить кнопку *Прожектор яркий свет* на щитке 141-1 (142-2). Контакты этой кнопки шунтируют часть резистора в цепи лампы прожектора.

Через предохранители 265-2 (15 А) и 266-2 (10 А) напряжение подается по проводам Н98 и К52 к выключателям ламп освещения машинного помещения и высоковольтной камеры. Наличие двух выключателей в каждой из этих групп ламп позволяет включать и выключать их с любого конца электровоза.

От панели управления через предохранитель 271-2 (10 А) по проводу К53 напряжение подводится к низковольтным розеткам.

Включение звуковых сигналов. Управление цепями звуковых сигналов осуществляют кнопками щитков 152-1 (153-2) и 154-1 (155-2), установленных соответственно со стороны машиниста и его помощника. При включении кнопки *Сигнал* на любом из этих щитков создается следующая цепь: предохранитель 271-2, провод К53, контакты кнопки *Сигнал*, провод К70, катушки вентиля 112-1 и 113-2 пневматических клапанов звуковых сигналов, установленных на обоих концах электровоза. При включении кнопки *Свисток* на любом из щитков питание подается на катушку вентиля 114-1 или 115-2 клапана свистка, установленного над той кабиной, в которой включена кнопка.

Включение песочниц. На щитке 152-1 (153-2) включают кнопку *Песок*. При этом создается цепь: провод К51, контакты выключателя управления (ВУ) 79-1 (80-2), предохранитель на ток 45 А, контакты блокировки тормозов 290-1 (290-2), провод Н110 (Н111), контакты кнопки *Песок*, провод К90, блокировки реверсоров Вн.І, Вн.ІІ, (Наз.І, Наз.ІІ), катушки вентиля песочниц 108-1, 111-2 (110-1, 109-2). Вентили включаются и пропускают сжатый воздух в форсунки песочниц передних по ходу колесных пар электровоза.

Включение продувки резервуаров. Для продувки резервуаров включают кнопку *Продувка резервуаров кузова І* или *Продувка резервуаров кузова ІІ*. При этом создается цепь: провод К51, предохранитель 352-1 (352-2), контакты включенной кнопки, провод К16 или К17, катушки вентиля 322-1, 323-1, 324-1 или 322-2, 323-2, 324-2, корпус кузова. Одновременная продувка резервуаров кузова І и кузова ІІ не допускается, поэтому включать одновременно кнопки продувки нельзя.

Тяговый режим работы тяговых двигателей. Первая позиция. Для приведения электровоза в движение в кабине, из которой будет производиться управление, вставляют рукоятку блокировочного устройства тормозов 290-1 (290-2) в специальное гнездо и поворачивают ее вниз до упора. После этого включают выключатель

управления 79-1 (80-2). При этом напряжение будет подведено к контроллеру машиниста от панели управления по цепи: провод *K51*, ВУ 79-1 (80-2), контакты электропневматической блокировки 290-1 (290-2), провод *H110* (*H111*). Затем реверсивно-селективную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в положение *Вперед М* или *Назад М*, при котором замыкаются контактные элементы контроллера в проводах 1 (2), 3, 6. После этого главную рукоятку поворачивают на 1-ю позицию, на которой замыкаются контакторные элементы контроллера в проводах 0, *H110* (*H111*), *A*, 8, 23, *K5* и *K37*, а контакторный элемент в проводах *H130* (*H131*)—47 размыкается. Провод 0 будет соединен с корпусом кузова через контакторный элемент *Б* тормозного вала контроллера, а к проводам 1(2), 3, 6, 8, 23, *K5* и *K37* будет подано напряжение от провода *H110* (*H111*).

По проводу 1 (2) питание получают катушки вентиля реверсоров *Вперед I*, *Вперед II* или *Назад I*, *Назад II* и валы реверсоров поворачиваются в положение, соответствующее выбранному направлению движения. В цепях питания тяговых двигателей переключаются силовые контакты реверсоров, а блокировочные контакты *Вн.I*, *Вн.II* или *Наз.I*, *Наз. II* замыкаются в цепи питания катушек вентиля линейных контакторов и катушек вентиля нагружающих цилиндров.

По проводу 3 питание получают катушки вентиля тормозных переключателей *ТКI-M* и *ТКII-M* и их валы устанавливаются в положение тягового режима (если до этого они были в положении тормозного режима). В силовой цепи контакты тормозных переключателей меняют положение. В цепях управления блокировочные контакты *ТКI-T* и *ТКII-T* размыкаются, а блокировочные контакты *ТКI-M* и *ТКII-M* замыкаются. При этом образуются следующие цепи.

1. Провод 1(2), блокировочные контакты реверсоров *Вн.I*, *Вн.II* или *Наз.I*, *Наз.II*, провод *H52*, блокировочный контакт переключателя *ТКI-M*, провод *H50*, размыкающая блокировка промежуточного реле 537-1, замыкающая блокировка 51-1 БВ, провод *H61*, размыкающие блокировки электропневматических контакторов 124-1, 125-1 и 125-2, провод *K11* и далее:

а) катушки вентиля линейных контакторов 3-1, 4-1, блокировка тормозного переключателя *ТКI-M* и катушка вентиля контактора 3-2, блокировка тормозного переключателя *ТКII-M* в проводах *K12—K19*, блокировки групповых переключателей *КСПО-С*, *КСПИ-С-СП* и *КСПИ-С-СП*, провод 0, контакторные элементы контроллера, корпус кузова;

б) размыкающие блокировки *ОДИ* в цепи проводов *K11—K22* и *K11—K21*, катушки вентиля линейных контакторов 17-2 и 2-2, корпус кузова (эти катушки могут получать питание и через блокировки *КСПО-С*, что необходимо для правильной работы цепей в аварийном режиме),

в) катушка реле 278-1 с выдержкой времени, корпус кузова электровоза.

2. Провод 1 (2), блокировка реверсора *Вп. II* (*Наз. II*), провод *К9* (*К10*), размыкающая блокировка контактора 19-2 (19-1), катушки вентилях 89-1 и 139-2 (89-2 и 139-1) нагружающих цилиндров передних по ходу электровоза осей колесных пар.

Линейные контакторы 3-1, 4-1, 3-2, 17-2 и 2-2 включаются. Блокировки реверсоров и тормозных переключателей, включенные в цепи катушек вентилях линейных контакторов, исключают возможность включения их и сборки цепи тяговых двигателей до окончания поворота валов реверсоров и тормозных переключателей. Работа этих аппаратов под током недопустима, так как это может привести к обгоранию контактов. Блокировка БВ в цепи катушек вентилях линейных контакторов обеспечивает при выключении БВ отключение и линейных контакторов, чем обеспечивается дополнительный разрыв силовой цепи. Блокировка промежуточного реле 537-1 включена в цепь катушек вентилях линейных контакторов в связи с внедрением системы контроля обрыва тормозной магистрали поезда. Если из-за обрыва тормозной магистрали или по каким-либо другим причинам возникает разрядка тормозной магистрали, то система контроля обеспечивает включение реле 537-1, размыкающая блокировка 537-1 размыкает цепь включения линейных контакторов, а замыкающая блокировка обеспечивает подачу питания на сигнальную лампу *ТМ* (449-1, 449-2).

При включении линейного контактора 4-1 катушки вентилях линейных контакторов 3-1, 4-1 и 3-2 получают вторую цепь со стороны корпуса кузова через замыкающую блокировку контактора 4-1. При перемещении главной рукоятки контроллера на 2-ю и последующие позиции катушки вентилях линейных контакторов будут подсоединены к корпусу кузова только через эту блокировку, так как другая цепь будет отсоединена контакторным элементом контроллера, размыкающимся в цепи провода 0. Такая схема питания катушек вентилях линейных контакторов обеспечивает включение этих контакторов только на 1-й позиции. А введение блокировок тормозных переключателей и групповых переключателей в цепь катушек вентилях линейных контакторов на 1-й позиции позволяет контролировать положение тормозных и групповых переключателей. Линейные контакторы по такой схеме могут включиться только при исходном положении групповых переключателей (*С* и *С-СП*) и тормозных переключателей (моторный режим *ТК¹М*).

По проводу 6 напряжение подается через блокировку *КСПО-С* на катушки вентилях реостатных контакторов 6-2, 7-2, 10-1 и 10-2, а через блокировки *КСПО-С*, *КСПИ-С-СП*, *КСПИ-С-СП* и замыкающую блокировку контактора 4-1 — на катушки вентилях реостатных контакторов 7-1, 12-1 и 12-2.

По проводу 23 напряжение через блокировку *КСПИ-С-СП* подводится к катушкам вентилях реостатных контакторов 11-1 и 11-2. От провода 8 напряжение подводится к катушкам вентилях реостатных контакторов 5-1, 5-2 и 6-1 через блокировку *КСПИ-С-СП*. Катушки вентилях всех реостатных контакторов на 1-й позиции не подсоединены к корпусу электровоза и поэтому они не вклю-

чаются, но к включению на последующих позициях они подготовлены.

На электровозах с № 1030 уменьшено сопротивление пусковых резисторов на 1-й позиции с 22,85 до 18,31 Ом. Следовательно, ток тяговых двигателей будет больше, чем на 1-й позиции на электровозах до № 1030. При таком токе двигатели в момент пуска будут развивать большой вращающий момент и большее тяговое усилие, что недопустимо. Для сохранения тягового усилия при большем токе нужно, чтобы магнитный поток тяговых двигателей был меньше. Поэтому предусмотрено на 1-й позиции ослабление возбуждения тяговых двигателей второй ступени (55%). Для этой цели контроллер машиниста имеет два контакторных элемента, через которые на 1-й позиции напряжение от провода 3 подается на провода *K5* и *K37*. По проводу *K5* питание получают катушки вентиля контакторов первой ступени ослабления возбуждения *13-1*, *213-1*, *13-2*, *213-2*. Эти контакторы включаются и подсоединяют параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей резисторы ослабления возбуждения с индуктивными шунтами. От провода *K37* через блокировку *TKII-M* по проводу 27 напряжение будет подведено к катушкам вентиля ведущих контакторов второй ступени ослабления возбуждения *14-1* и *14-2*. Вместе с контакторами *14-1* и *14-2* включаются ведомые контакторы *214-1* и *214-2*, которые шунтируют часть резисторов ослабления возбуждения.

В силовой цепи после включения линейных контакторов *3-1*, *4-1*, *3-2*, *2-2* и *17-2* создается следующая цепь питания тяговых двигателей, соединенных последовательно (рис. 252*): токоприемник *45-2* или *45-1*, крышовой разъединитель *47-2* или *47-1*, дроссель *21-1*, контакты БВ *51-1*, реле *52-1*, контакты линейных контакторов *3-1* и *4-1*, группа резисторов *P1-P4*, контакторный элемент группового переключателя (КЭ) *22-1*, группа резисторов *P5-P8*, шунт *69-1* амперметра, катушка реле перегрузки (РП) *65-1*, нож отключателя двигателей (в дальнейшем — нож ОД) *ОД1-2*, контакты реверсора, обмотки якорей двигателей *I* и *II*, контакты реверсора, контакты тормозного переключателя, обмотка возбуждения двигателя *I*, контакты тормозного переключателя, обмотка возбуждения двигателя *II*, контакты тормозного переключателя, нож *ОД1-2*, КЭ *25-1*, катушка реле перегрузки *66-1*, нож *ОД3-4*, контакты реверсора, обмотки якорей двигателей *III* и *IV*, контакты реверсора, катушка реле давления *160-1*, контакты тормозного переключателя, шунт *68-1* амперметра, обмотка возбуждения двигателя *III*, контакты тормозного переключателя, обмотка возбуждения двигателя *IV*, контакты тормозного переключателя, нож *ОД3-4*, КЭ *32-0*, межкузовое соединение, контакты линейного контактора *3-2*, группа резисторов *P23-P26*, КЭ *22-2*, группа резисторов *P27-P30*, контакты контактора *2-2*, шунт *69-2* амперметра, катушка РП *65-2*, нож *ОД5-6*, контакты реверсора, обмотки якорей двигателей *V* и *VI*, контакты реверсора, контакты тормозного переключателя, обмотка возбуждения двигателя *V*, контакты тормозного переключателя, обмотка возбуждения двигателя *VI*, контакты тормозного переключателя,

нож *ОД5-6*, КЭ *25-2*, контакты линейного контактора *17-2*, катушка РП *66-2*, нож *ОД7-8*, контакты реверсора, обмотки якорей двигателей *VII* и *VIII*, контакты реверсора, катушка реле давления *160-2*, контакты тормозного переключателя, шунт *68-2* амперметра, обмотка возбуждения двигателя *VII*, контакты тормозного переключателя, обмотка возбуждения двигателя *VIII*, контакты тормозного переключателя, нож *ОД7-8*, контакты тормозного переключателя, межкузовое соединение, реле *52-1*, счетчик *301-1*, счетчик *310-1*, земля. Через дополнительный резистор *P73-P74* небольшой ток ответвляется в цепь катушек реле максимального напряжения *64-1* и реле минимального напряжения *63-1*. Через контакторы *13-1*, *213-1*, *13-2*, *213-2* часть тока якорей тяговых двигателей на 1-й позиции замыкается через цепи ослабления возбуждения. О сборе цепей 1-й позиции машинист узнает по показаниям амперметров. Показания амперметров в цепях якорей и возбуждения должны быть одинаковые.

Следует отметить, что на каждой тележке у одного тягового двигателя ток проходит от начала обмотки якоря к концу, а у другого, наоборот, от конца — к началу. Поэтому якорь одного двигателя будет вращаться по часовой стрелке, а другого — против часовой стрелки, если смотреть на двигатель со стороны коллектора. Так как двигатели тележки обращены коллекторами в разные стороны, то направление вращения по отношению к направлению движения электровоза будет согласованным.

Для уменьшения вероятности возникновения буксования передних колесных пар из-за действия опрокидывающего момента в режиме тяги, на концевых тележках установлены нагружающие цилиндры. Воздух в эти цилиндры подается через вентили *89-1* и *139-2* (см. рис. 251* и 252*) при движении вперед или *89-2* и *139-1* при движении назад. Нагрузка на оси регулируется в зависимости от тока в цепи тяговых двигателей, который проходит по силовым катушкам реле давления *160-1* и *160-2*.

Выведение секций пусковых резисторов при последовательном соединении тяговых двигателей и подготовка цепей к переходу на последовательно-параллельное соединение. При перемещении рукоятки контроллера машиниста с 1-й на 2-ю позицию размыкаются контакторные элементы в проводах *K5* и *K37* и катушки вентиля контакторов ослабления возбуждения теряют питание. Цепи, шунтирующие обмотки возбуждения тяговых двигателей, отсоединяются, магнитный поток, вращающие моменты и тяговые усилия двигателей возрастают.

При перемещении рукоятки контроллера машиниста со 2-й по 16-ю позицию в определенном порядке замыкаются и размыкаются контакторные элементы контроллера машиниста, которые подсоединяют катушки вентиля реостатных контакторов к корпусу кузова. Сопротивление пусковых резисторов при этом постепенно уменьшается, а ток в цепи тяговых двигателей возрастает. Возрастает и вращающий момент; причем уменьшение сопротивления

осуществляется или шунтированием отдельных секций, или образованием параллельных ветвей из секций резисторов. Порядок замыкания и размыкания реостатных контакторов можно проследить по развертке контроллера машиниста. Так, например, на 3-й позиции главной рукоятки контроллера замыкается КЭ в цепи провода 13, который соединит цепь катушки вентиля реостатного контактора 11-2 с корпусом кузова. Включение этого контактора приводит к шунтированию секции резистора P27-P28 (см. рис. 251* и 252*). На 4-й позиции главной рукоятки контроллера замыкаются КЭ в цепи проводов 11 и 14, контакторы 6-1 и 11-1

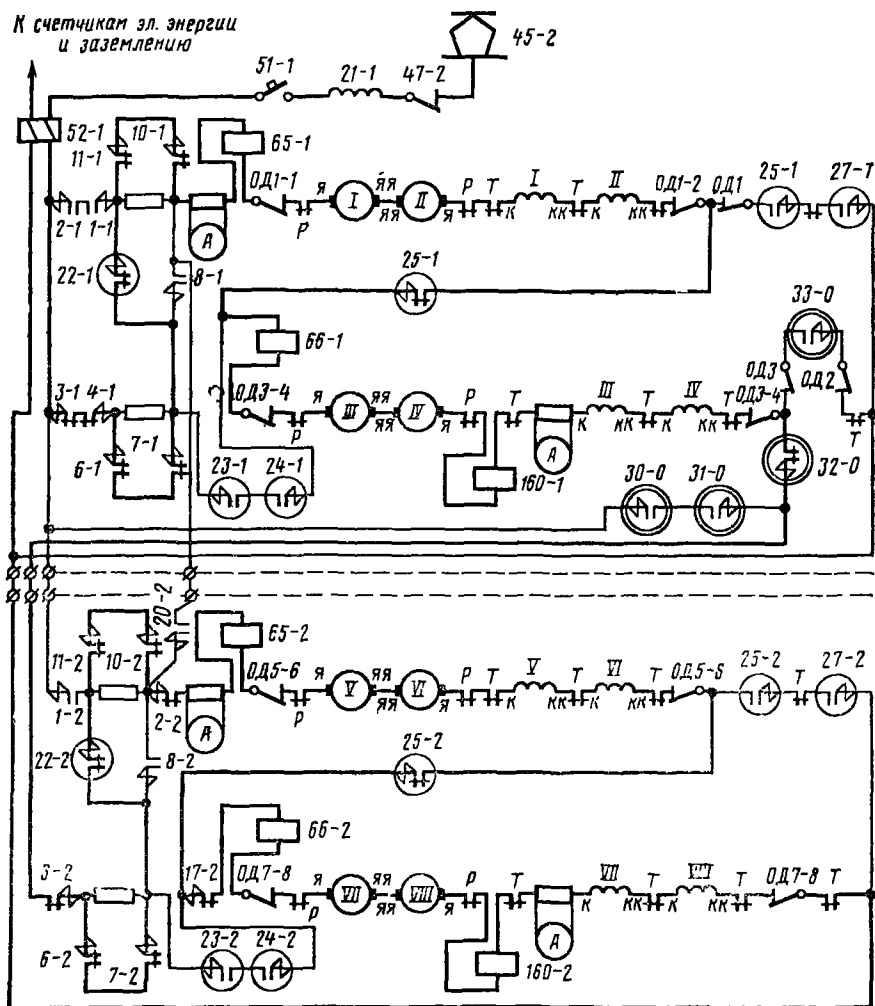


Рис. 253. Схема силовых цепей электровоза ВЛ10 при нахождении главной рукоятки контроллера машиниста на 16-й позиции

включаются и выводят из цепи тяговых двигателей секции пусковых резисторов *P1-P2* и *P5-P6*.

На 16-й позиции все пусковые резисторы будут полностью выведены. Это обеспечивается включением реостатных контакторов *6-1, 7-1, 10-1, 11-1, 6-2, 7-2, 10-2, 11-2* (рис. 253). Работа двигателей на 16-й позиции не ограничивается по времени, поэтому 16-ю позицию называют ходовой. На этой же позиции осуществляется подготовка к переходу на последовательно-параллельное соединение, заключающаяся в том, что провод *9* (см. рис. 251*) подсоединяется к корпусу кузова. Этот провод дает вторые минусовые цепи катушкам вентилей контакторов *10-1* и *10-2*. (При переходе на последовательно-параллельное соединение эти контакторы включают дополнительные резисторы в цепь двигателей.)

Переход с последовательного на последовательно-параллельное соединение тяговых двигателей. При перемещении главной рукоятки контроллера с 16-й на 17-ю позицию остаются соединенными с корпусом кузова провода *9, 11, 13* и *14*, а провода *12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22* теряют минусовую цепь. Реостатные контакторы за исключением контакторов *6-1, 10-1, 10-2, 11-1* и *11-2* выключаются и в цепи тяговых двигателей вводится часть пусковых резисторов.

На 17-й позиции напряжение подается на провода *5* и *7*. От провода *7* напряжение подводится к катушкам вентилей *Вкл.* и *Выкл.* привода группового переключателя *КСПО*. Вал переключателя поворачивается в положение *СП-П*. Размыкание силовых и блокировочных контактов групповых переключателей *КСП I (КСП II)* и *КСПО* происходит согласно развертке кулачковых шайб этих аппаратов (рис. 254).

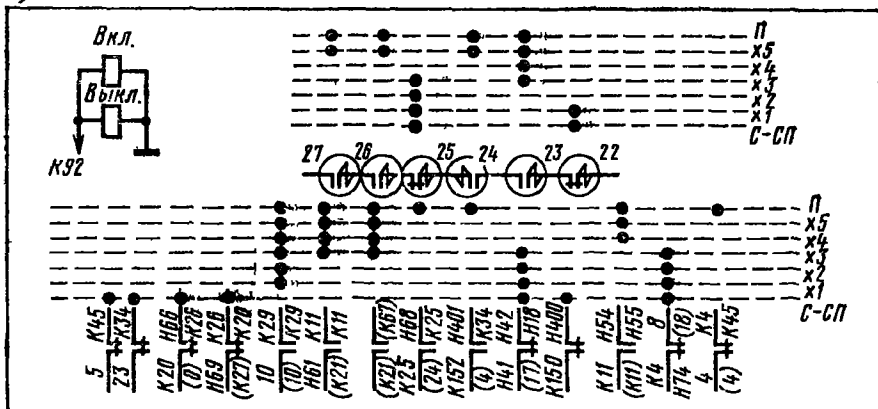
Процессы, происходящие при переходе в силовых цепях, подробно описаны в § 80.

При переходе (на 4-й переходной позиции) размыкаются блокировки группового переключателя *КСПО* в цепи провода *9* (см. рис. 251*, 252*), контакторы *10-1* и *10-2* отключаются. В цепи тяговых двигателей вводятся секции пусковых резисторов *P6-P8, P28-P30*, этим не допускается резкое увеличение силы тяги на 1-й позиции последовательно-параллельного соединения.

В конце перехода замыкаются блокировки *КСПО-С-СП* в цепях питания катушки вентилей уравнительного контактора *20-2*, который включается, и провода *5*, по которому напряжение будет подводиться к катушкам группы вентилей реостатных контакторов, получавших ранее питание от провода *6*. Контактор *20-2* обеспечивает выравнивание токов и напряжений в параллельных цепях тяговых двигателей при неодинаковом сопротивлении в группах резисторов, включенных последовательно с тяговыми двигателями.

Выведение пусковых резисторов при последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей и подготовка цепей к переходу на параллельное соединение. При перемещении главной рукоятки контроллера машиниста с 17-й по 27-ю позицию сопротив-

с)



б)

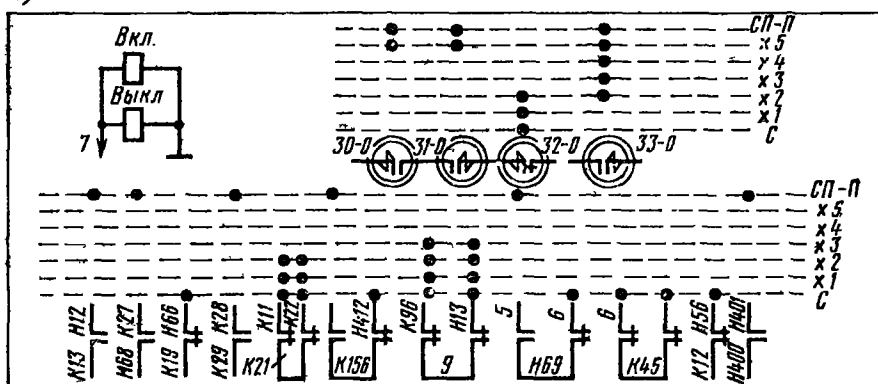


Рис 254. Развертки силовых и блокировочных контактов групповых переключателей КСПИ (КСПИ) (а) и КСПО (б) электровоза ВЛ10

ление пусковых резисторов постепенно уменьшается и доводится на 27-й позиции до нуля. Осуществляется это, как и на позициях последовательного соединения, путем включения и выключения в определенном порядке реостатных контакторов. На 27-й позиции все реостатные контакторы будут включены. Уравнительный контактор 20-2 (рис. 255) отключается, так как в цепи питания катушки его разомкнутся размыкающие блокировки контакторов 10-1 и 11-1. При выведенных резисторах надобность в уравнительном контакторе отпадает. Более того, наличие уравнительного соединения могло бы привести к появлению большой разности токов, протекающих через контакты реостатных контакторов из-за разницы переходного сопротивления в контактах.

На 27-й позиции замыкается КЭ контроллера машиниста в цепи провода 10 и напряжение подводится через размыкающую бло-

кировку контактора 19-2 к катушкам вентилей контакторов 8-1 и 8-2 (см. рис. 251*). Контакторы 8-1 и 8-2 включаются и уменьшают число последовательно включенных контакторов в цепи двигателей. Замыкающая блокировка контактора 8-1 соединяет провод 4 с проводом К23, а блокировка контактора 8-2 — провод К23 с проводом 24, подготавливая цепь питания катушек вентилей групповых переключателей КСП I и КСП II от провода 4. Блокировки 8-2 замыкаются также в цепи провода 9, образуя вторые минусовые цепи катушек вентилей реостатных контакторов 5-1 и 5-2. Это нужно для обеспечения автономного отключения контакторов 5-1 и 5-2

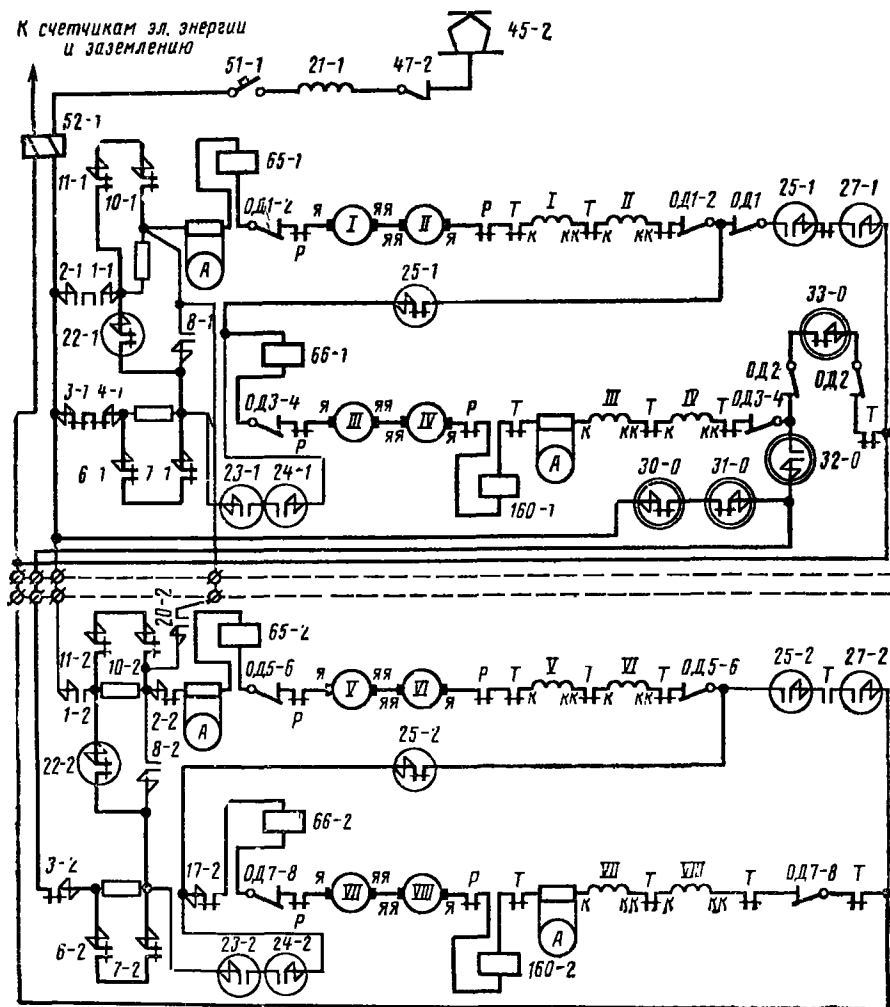


Рис. 255. Схема силовых цепей электровоза ВЛ10 при нахождении главной рукоятки контроллера машиниста на 27-й позиции

при переходе на параллельное соединение. Замыкающая блокировка контактора 8-1 соединяет провода 7 и 8, что необходимо при сбросе главной рукоятки контроллера машиниста с позиций параллельного соединения сразу на позиции последовательного соединения, когда требуется соблюдение последовательности переключения групповых переключателей *КСП* и *КСП* и *КСПО*. На 27-й позиции ток будет проходить по двум параллельным цепям тяговых двигателей (см. рис. 255).

Переход с последовательно-параллельного соединения тяговых двигателей на параллельное. При перемещении главной рукоятки контроллера с 27-й на 28-ю позицию размыкаются КЭ в цепи проводов 5, 23, и они теряют напряжение. Одновременно размыкаются КЭ в цепях катушек вентиля реостатных контакторов. Все реостатные контакторы за исключением контакторов 5-1 и 5-2, выключаются. В цепи тяговых двигателей вводятся пусковые резисторы за исключением секций *P1-P3*, *P23-P25*, закороченных контакторами 5-1 и 5-2. Катушки контакторов 5-1 и 5-2 получают напряжение от провода 8 через блокировку *КСП-С-СП*, а минусовую цепь — по проводу 9 через блокировки *КСП-С-СП* и блокировки контакторов 8-2.

При отключении реостатных контакторов 10-1 и 11-1 включается уравнильный контактор 20-2, так как на катушку вентиля этого контактора напряжение будет подано через размыкающие блокировки контакторов 10-1 и 11-1.

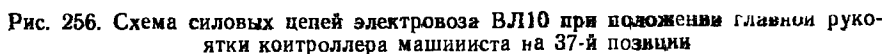
На 28-й позиции напряжение через КЭ контроллера машиниста подводится к проводу 4, а от него через замыкающие блокировки контакторов 8-1 и 8-2 и размыкающие блокировки *ОД1-2* и *ОД3-4* на катушки вентиля групповых переключателей *КСП* и *КСП*. Групповые переключатели разворачиваются в положение параллельного соединения. Процессы, происходящие в силовых цепях тяговых двигателей, описаны в § 80.

При переходе размыкаются блокировки *КСП-С-СП* в цепях катушек вентиля контакторов 5-1 и 5-2, а блокировки *КСП-П* и *КСП-П* замыкаются в цепи катушек вентиля линейных контакторов 1-1, 2-1 и 1-2, которые получают напряжение от провода *K11*. Контакторы 5-1 и 5-2 отключаются и вводят в цепи тяговых двигателей секции резисторов *P1-P3* и *P23-P25*, а при включении контакторов 1-1, 2-1 и 1-2 тяговые двигатели через пусковые резисторы будут соединены в четыре параллельные группы, в каждой из которых включено по два двигателя последовательно.

На 28-й позиции от провода 4 вновь будет подано напряжение к катушкам группы вентиля реостатных контакторов после замыкания блокировок *КСП-П* и *КСП-П*.

Выведение пусковых резисторов при параллельном соединении тяговых двигателей. При перемещении главной рукоятки контроллера машиниста с 28-й по 37-ю позицию осуществляется постепенное уменьшение сопротивления пусковых резисторов. Очередность включения контакторов определяется разверткой кулачковых шайб контроллера машиниста.

К счетчикам эл. энергии
и заземлению



получать питание от провода 4 через замыкающую блокировку контактора 10-1. Позиция 37-я является ходовой, время работы на которой не ограничивается.

Ослабление возбуждения тяговых двигателей. На каждой из ходовых позиций (16, 27 и 37-й) возможно применение ослабления возбуждения двигателей. Для этой цели тормозную рукоятку контроллера машиниста устанавливают последовательно на позиции *ОП*, *ОП**И*, *ОП**И**И*, *ОП**И**И**И*. На позиции *ОП* напряжение подается на провода 46 и 31 в результате замыкания соответствующих контакторных элементов контроллера. По проводу 46 напряжение подается на катушки вентилей контакторов 13-1, 213-1, 13-2 и 213-2. В общей цепи питания катушек вентилей этих контакторов включены размыкающие блокировки контакторов 16-1 и 18-2, а в каждой из отдельных цепей этих катушек включены размыкающие контакты датчиков буксования 143-1, 144-1, 145-2 и 146-2. Эти блокировки и контакты не влияют на действие цепей в режиме ослабленного возбуждения при отсутствии буксования. Введены они в связи с внедрением на электровозах усовершенствованной противобуксовочной защиты, действие которой рассмотрено ниже. Контактторы первой ступени ослабления возбуждения 13-1, 213-1, 13-2 и 213-2 (см. рис. 251*, 252*) включаются, в результате чего параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей подключаются резисторы ослабления возбуждения с индуктивными шунтами 71-1, 72-1, 71-2 и 72-2. При этом ток возбуждения уменьшится до 75% полного возбуждения. При включении контакторов 13-1, 213-1, 13-2 и 213-2 замыкаются их замыкающие блокировки. От провода 31 получает питание катушка контактора 76-1 через размыкающие блокировки реле перегрузки 65-1, 66-1, 65-2 и 66-2. На всех позициях ослабления возбуждения, начиная с *ОП**И*, после того как с провода 46 напряжение будет снято, цепь питания катушек вентилей контакторов 13-1, 213-1, 13-2 и 213-2 от провода 31 остается единственной через их замыкающие блокировки и блокировку контактора 76-1. Поэтому при срабатывании любого из реле перегрузки сначала отключается контактор 76-1, а затем и контакторы 13-1, 213-1, 13-2, 213-2, отсоединяющие шунтирующие цепи. Для восстановления режима ослабления возбуждения тормозную рукоятку контроллера машиниста нужно перевести на позицию *ОП**И*, а потом вновь установить на позицию *ОП**И**И*, *ОП**И**И**И* или *ОП**И**И**И**И*.

При установке тормозной рукоятки контроллера машиниста на позицию *ОП**И**И* напряжение подается на провод 27. Включаются контакторы 14-1, 214-1, 14-2 и 214-2, которые шунтируют часть резисторов ослабления возбуждения. Ток возбуждения уменьшается до 55%.

При установке тормозной рукоятки контроллера машиниста на позицию ослабления возбуждения *ОП**И**И**И* напряжение подается на провод 29, что приводит к включению контакторов 15-1, 215-1, 15-2 и 215-2, замыкающих накоротко часть резисторов ослабления возбуждения. Ток возбуждения будет составлять 43% тока якорей тяговых двигателей.

На ступени ослабления возбуждения *ОПІV* включаются контакторы *16-1*, *216-1*, *16-2* и *216-2*, в результате чего ток возбуждения уменьшается до 36%.

Обратное перемещение главной рукоятки контроллера машиниста. Для уменьшения скорости движения электровоза главную рукоятку контроллера перемещают в сторону низших позиций.

При переводе рукоятки контроллера машиниста с 37-й ходовой позиции на реостатную катушки вентиляей реостатных контакторов отключаются от корпуса кузова и они выключаются; в цепи тяговых двигателей вводятся пусковые резисторы. При переводе главной рукоятки контроллера с позиций параллельного соединения на позиции последовательно-параллельного размыкается КЭ контроллера машиниста в цепи провода 4 и замыкаются КЭ в проводах 5 и 23. С провода 4, а следовательно, и с катушек вентиляей реостатных контакторов снимается напряжение. От проводов 5 и 23 напряжение на реостатные контакторы не подводится, так как в цепи этих проводов разомкнуты блокировки *КСПІ-С-СП* и *КСПІІ-С-СП*. Следовательно, на время обратного перехода все реостатные контакторы выключаются и в цепи тяговых двигателей вводятся пусковые резисторы.

При снятии напряжения с провода 4 отключаются катушки вентиляей групповых переключателей *КСПІ* и *КСПІІ*, которые устанавливаются в положение *С-СП*. По окончании поворота валов групповых переключателей замкнутся их блокировки *КСПІ-С-СП* и *КСПІІ-С-СП* в цепи проводов 5 и 23, и к катушкам вентиляей реостатных контакторов будет подведено напряжение. Если главная рукоятка при этом будет находиться на реостатной позиции, то включатся те реостатные контакторы, катушки которых со стороны минуса соединены с корпусом кузова. Если рукоятка контроллера будет установлена на ходовой позиции, то включатся все реостатные контакторы. Уравнительные контакторы 8-1 и 8-2 останутся включенными, а контактор 20-2 будет отключен, так как при включенных контакторах 10-1 и 11-1 их размыкающие блокировки отсоединяют катушку вентиля контактора 20-2 от цепи провода 8. Если рукоятка контроллера машиниста переводится с позиции параллельного соединения сразу на позиции последовательного, то напряжение снимается с проводов 4 и 7. Однако питание теряют только катушки вентиляей групповых переключателей *КСПІ* и *КСПІІ*, а катушки вентиляей группового переключателя *КСПО* остаются под напряжением, получая питание по проводу 8 через блокировку контактора 8-1. Поэтому вначале поворачиваются валы групповых переключателей *КСПІ* и *КСПІІ* в положение *С-СП*. В конце поворота валов размыкаются блокировки *КСПІ-П* и *КСПІІ-П* в цепи питания катушек вентиляей контакторов 8-1 и 8-2 и эти контакторы отключаются. Замыкающая блокировка контактора 8-1 размыкает цепь питания катушек вентиляей группового переключателя *КСПО*. Только тогда начнется поворот вала *КСПО* в положение последовательного соединения. Таким образом и

в этом случае соблюдена последовательность поворота валов всех трех групповых переключателей.

При перемещении главной рукоятки контроллера машиниста с позиций последовательно-параллельного соединения на какую-либо позицию последовательного соединения напряжение снимается с проводов 5 и 7. Катушки вентилях части реостатных контакторов теряют питание и контакторы отключаются, в результате чего в цепи тяговых двигателей вводится часть пусковых резисторов. Теряют питание катушки вентилях привода группового переключателя КСПО, вал которого поворачивается из положения СП-П в положение последовательного соединения.

Последовательность переключений контакторных элементов групповых переключателей при обратном перемещении главной рукоятки такая же, как и при прямом ходе, только переключения осуществляются в обратном порядке. При установке главной рукоятки контроллера машиниста на нулевую позицию напряжение снимается с цепей линейных контакторов. Линейные контакторы разрывают цепи тяговых двигателей. Если поворот главной рукоятки на нулевую позицию производится с позиций параллельного соединения, то валы групповых переключателей поворачиваются в исходные положения при обесточенных цепях тяговых двигателей и поэтому последовательность срабатываний переключателей не соблюдается.

Работа электровоза с частично отключенными тяговыми двигателями. При отключении какого-либо из тяговых двигателей отключается и спаренный с ним двигатель. Отключение производят ножевыми переключателями. При этом на последовательном соединении работают шесть двигателей, на последовательно-параллельном — четыре тяговых двигателя одной из параллельных ветвей и на параллельном — шесть тяговых двигателей, соединенных в три параллельные ветви.

При неисправности тягового двигателя I (см. рис. 252 *) или II должны быть переведены в отключенное положение ножи отключателей тяговых двигателей ОД1, ОД2, ОД1-2, при неисправности двигателя III или IV — ножи ОД2 и ОД3-4. Отключенная пара тяговых двигателей на последовательном соединении шунтируется одним из ножей ОД1-2 или ОД3-4. На последовательно-параллельном соединении цепь тяговых двигателей V—VIII будет такая же, как при нормальном режиме, а тяговые двигатели I—IV будут отсоединены от земли ножами ОД2. При этом в момент перехода с последовательного на последовательно-параллельное соединение контакторный элемент 33-0 шунтирует цепь тяговых двигателей I—IV, а не цепь V—VIII двигателей, как это имеет место при нормальном режиме. На параллельном соединении, если отключены двигатели I и II, минусовая цепь тяговых двигателей III и IV будет замкнута через нож ОД1 и КЭ 26-1 и 27-1, так как цепь параллельного соединения нормального режима этих двигателей со стороны земли разомкнута ножами ОД2. Цепи остальных тяговых двигателей на параллельном соединении остаются без изменения. Если но-

жевые отключатели *ОД1-2* и *ОД3-4* будут одновременно установлены в нижнее положение, на параллельное соединение переход осуществляться не будет, так как в цепи питания катушек вентилей приводов *КСП1* и *КСП11* будут разомкнуты блокировки этих отключателей. В таком режиме нельзя допустить работу цепей на параллельном соединении, так как через левый нож *ОД3-4* и через нож *ОД1* цепь будет замкнута накоротко.

При отключении тяговых двигателей *V*, *VI* или *VII*, *VIII* в нижнее положение переводят ножи *ОД5-6* или *ОД7-8*. На последовательном соединении цепь тяговых двигателей будет отличаться от нормального режима тем, что она будет соединяться через переключенные ножи. На последовательно-параллельном соединении цепь тяговых двигателей *V—VIII* будет отключена линейными контакторами *2-2* и *17-2*, катушки вентилей которых не будут получать питания на этом соединении. На параллельном соединении при отключенных тяговых двигателях *VII* и *VIII* не включится контактор *17-2*, так как цепь катушки вентиля этого контактора разомкнута блокировкой *ОД7-8*, при отключенных *V*, *VI* тяговых двигателях линейные контакторы *2-2* и *17-2* будут включены, но питание будет подаваться только в цепь тяговых двигателей *VII*, *VIII*, а цепь тяговых двигателей *V*, *VI* будет разомкнута ножом отключателя *ОД5-6* и *КЭ 25-2*.

При отключении двух пар тяговых двигателей разных секций электровоза возможна работа на четырех тяговых двигателях только на последовательном соединении. Во всех случаях отключения части тяговых двигателей возможно на ходовых позициях применение ослабления возбуждения. Рекуперативное торможение при частично отключенных тяговых двигателях осуществлять невозможно, так как в цепи катушек вентилей тормозных переключателей *ТК1-Т* и *ТК11-Т* разомкнуты блокировки *ОД1* и *ОД11*.

Режим рекуперативного торможения. Подготовка цепей к рекуперативному торможению. В зависимости от скорости движения поезда рекуперативное торможение можно применять для трех соединений якорей тяговых двигателей. При больших скоростях движения применяют параллельное соединение якорей тяговых двигателей, так как на их зажимах будет большая э. д. с. При малых скоростях движения невозможно получить большую э. д. с. от каждого из тяговых двигателей и тогда нужно применить последовательно-параллельное или последовательное соединение, при которых суммарная э. д. с., вырабатываемая тяговыми двигателями, может стать больше напряжения контактной сети. Во всех случаях перед переходом на рекуперативное торможение мотор-вентиляторы должны быть переключены на высокую частоту вращения, чтобы включились быстродействующие контакторы. После этого должны быть включены возбудители кнопкой *Возбудители* на щитке *81-1* (*82-2*). При включении этой кнопки образуется цепь: провод *К89* (рис. 257), контакты кнопки *Возбудители* на щитке *81-1* (*82-2*), провод *К83*, контакты кнопки *Возбудители* на щитке *83-1*, провод *К80*, катушка контактора *73-2*. Контактор *73-2* вклю-

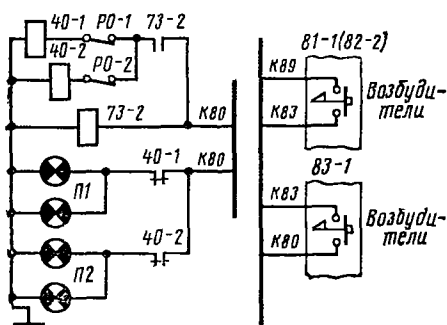


Рис 257. Схема цепей управления возбуждением

чается и подает напряжение на обмотки независимого возбуждения двигателей возбуждителей. Замыкающая блокировка контактора 73-2 замыкает цепь питания катушек контакторов 40-1 и 40-2 проводом К80, замыкающая блокировка контактора 73-2, контакты реле оборотов РО-1 и РО-2, катушки контакторов 40-1 и 40-2, корпус кузова. Контакторы 40-1 и 40-2 включаются и подсоединяют обмотки якорей двигателей преобразователей к контактной сети.

При включении контакторов 40-1 и 40-2 размыкаются замыкающие блокировки их в цепях сигнальных ламп П1 и П2, которые гаснут. Наличие блокировки контактора 73-2 в цепи катушек контакторов 40-1 и 40-2 исключает возможность пуска двигателей возбуждителей при невозбужденных обмотках независимого возбуждения, что могло вызвать разносное вращение якорей возбуждителей.

Рекуперативное торможение на параллельном соединении обмоток якорей тяговых двигателей. На этом соединении тяговых двигателей рекуперативное торможение осуществляется при скорости 100—55 км/ч. Для сборки цепей рекуперации реверсивно-селективную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в положение *Вперед П* (см. рис. 251*). При этом замыкаются КЭ в цепи проводов 1(2), Н110 (Н111), 7, 4 и 24. От провода Н110 (Н111) напряжение будет подано на провода 4, 7 и 24. Проводом 7 напряжение будет подведено к катушкам вентиля Вкл и Выкл привода группового переключателя КСПО, вал которого установится в положение СП-П.

Проводом 24 напряжение будет подведено к катушкам вентиля Вкл и Выкл приводов переключателей КСП1 и КСП2, валы которых установятся в положение П. Силовые контакты и блокировки групповых переключателей займут положение, соответствующее параллельному соединению тяговых двигателей. Через блокировки КСПО-СП-П, КСП1-П и КСП2-П напряжение от провода 24 подводится к катушкам вентиля ТК1-Т и ТК2-Т приводов тормозных переключателей и электропневматических контакторов 300-1 и 300-2. По проводу 4 получают питание катушки вентиля реостатных контакторов.

При установке тормозной рукоятки контроллера на позицию 02 замыкаются КЭ контроллера в цепи проводов К63, 26 и 30. Провода К63 и 26 соединяются с корпусом кузова. После возбуждения катушек ТК1-Т и ТК2-Т, валы тормозных переключателей поворачиваются в положение тормозного режима. По проводу 26 соедине-

ние с корпусом кузова получают также катушки вентилях контакторов 300-1 и 300-2 (заземление провода К63 на параллельном соединении не используется).

При установке главной рукоятки контроллера машиниста на 1-ю позицию от провода Н110 (Н111), как и в тяговом режиме, напряжение получит цепь проводов 1 (2) и 30. По проводу 1 (2) через блокировку Вн. II (Наз. II), провод К9 (К10), блокировку ТКII-Т питание будет подано катушкам вентилях 89-2, 139-1 (89-1, 139-2). Включаются вентили нагружающих устройств задних по ходу электровоза колесных пар (при включении контактора 19-2 (19-1) цепи остальных догружающих устройств будут разомкнуты). Проводом 30 через блокировки ТКII-Т, ТКI-Т, 170-1 напряжение будет подано на катушки вентилях контакторов 18-1, 18-2, 19-1 и 19-2, катушки контактора 74-1 и промежуточных реле 102-1, 103-1. Контактors 18-1, 18-2, 19-1 и 19-2 включаются и замыкают цепи независимого возбуждения тяговых двигателей (рис. 258). Блокировки контакторов 18-1 и 18-2 (см. рис. 251 *) замыкаются в цепях провода 25 и независимого возбуждения генератора преобразователя.

Промежуточные реле 102-1 и 103-1 включаются и своими блок-контактами соединяют провода 11, 14, 19, 21 с замыкающей блокировкой контактора 4-1 и провода 12, 13, 20, 22 с замыкающей блокировкой контактора 3-2, подготавливая минусовые цепи реостатных контакторов 6-1, 7-1, 10-1, 11-1 и 6-2, 7-2, 10-2 и 11-2, которые должны вывести все пусковые резисторы при подсоединении тяговых двигателей к контактной сети. Контактор 74-1 включается и контакты его замыкаются в цепи независимого возбуждения генераторов преобразователей. Замыкающая блокировка контактора 74-1 замкнется в цепи питания катушек вентилях линейных контакторов. Напряжение будет подведено и к катушкам вентилях линейных контакторов 3-1, 4-1, 3-2, 1-1, 2-1 и 1-2 по цепи: провод 1 (2), блокировки реверсоров Вн. II, Вн. I, замыкающие блокировки 74-1 и 51-1, замыкающая блокировка КСПI-П. Но минусовые цепи катушек вентилях этих контакторов будут разомкнуты контактами реле рекуперации 62-1 и 62-2 и контакторным элементом контроллера машиниста в цепи провода 25, поэтому линейные контакторы будут отключены. От этой же цепи по проводу К11 напряжение подводится к катушкам вентилях линейных контакторов 2-2 и 17-2, в цепи которых включены блокировки КСПII-П (и параллельно им блокировки ОДИ). Катушки вентилях контакторов 2-2 и 17-2 постоянно соединены с корпусом кузова, и поэтому они включаются независимо от положения контактов реле рекуперации 62-1 и 62-2.

При перемещении тормозной рукоятки контроллера машиниста на 1-ю позицию по проводу 25 через замыкающие блокировки контакторов 18-1 и 18-2 цепь со стороны минуса получают катушки вентилях линейных контакторов 3-1, 4-1, 3-2, 1-1, 2-1 и 1-2. По проводу 27 напряжение будет подано в цепь обмоток независимого возбуждения генераторов преобразователей, через замыкающую блокировку контактора 18-1, секции тормозных резисторов, замыкающий контакт 74-1, провод Н45.

При установке тормозной рукоятки на 2-ю позицию напряжение подается по проводу 31 через блокировки реле перегрузки 65-1, 66-1, блокировку реле максимального напряжения 64-1 на катушку контактора 76-1. Контактор 76-1 включается и шунтирует секцию *r15-r16* резисторов в цепи независимого возбуждения генераторов возбuditелей. Замыкающая блокировка контактора 76-1 создает цепь питания собственной катушки от провода 30.

На 3-й позиции тормозной рукоятки контроллера машиниста замыкаются КЭ в цепи проводов 29 и 34 и размыкается цепь провода 31. Проводом 34 шунтируется секция *r1-r2* резисторов. От провода 29 напряжение через блокировку *TKI-T* подается на катушки электроблокировочных вентилей 123-1 и 123-2, а через блокировку 19-1 — на катушки вентилей 122-1 и 122-2. Электроблокировочные вентили 122-1 и 122-2 отключают тормозные цилиндры от воздухораспределителей во избежание заклинивания колесных пар при служебном торможении в режиме рекуперации. Вентили 123-1 и 123-2 подготавливают подвод воздуха к тормозным цилиндрам независимо от положения крана машиниста при срыве рекуперации, когда вентили 122-1 и 122-2 отключаются блокировкой контактора 19-1.

На последующих позициях тормозной рукоятки осуществляется постепенный вывод секций резисторов из цепи независимого возбуждения генераторов возбuditелей. По мере увеличения возбуждения тяговых двигателей увеличивается э. д. с. в якорях тяговых двигателей и уменьшается напряжение на катушках реле рекуперации 62-1 и 62-2. Якорь каждого из реле рекуперации отпадает, когда суммарная э. д. с. тяговых двигателей будет примерно равна напряжению контактной сети или будет отличаться от него примерно на 100 В. Контакты реле 62-1 замкнут минусовую цепь катушек вентилей линейных контакторов 3-1, 4-1, 1-1 и 2-1, а контакты реле 62-2 — цепь катушек вентилей контакторов 3-2 и 1-2. Линейные контакторы подсоединяют цепи тяговых двигателей каждой секции электровоза к контактной сети. Через блокировки контакторов 4-1 и 3-2 получают цепь заземления катушки вентилей реостатных контакторов 6-1, 7-1, 10-1, 11-1, 6-2, 7-2, 10-2 и 11-2, которые включатся и выведут все секции пусковых резисторов из цепей тяговых двигателей. Блокировка контактора 3-1 зашунтирует контакты реле рекуперации 62-1, а блокировка контактора 3-2 — контакты 62-2, чем обеспечивается надежность цепей со стороны минуса катушек вентилей линейных контакторов вне зависимости от положения контактов реле рекуперации.

Цепи возбуждения тяговых двигателей каждой секции электровоза получают питание от генераторов преобразователей. На первой секции электровоза от плюса генератора преобразователя ПГ1 (см. рис. 252 * и 258) создается две цепи тока:

а) контакты контактора 18-1, обмотка возбуждения двигателя 11, контакты Т8-1, Т9-1 тормозного переключателя, контакты быстродействующего контактора 303-1, контакты Т11-1, Т12-1 тормозного переключателя, шунт 68-1 амперметра, обмотка возбужде-

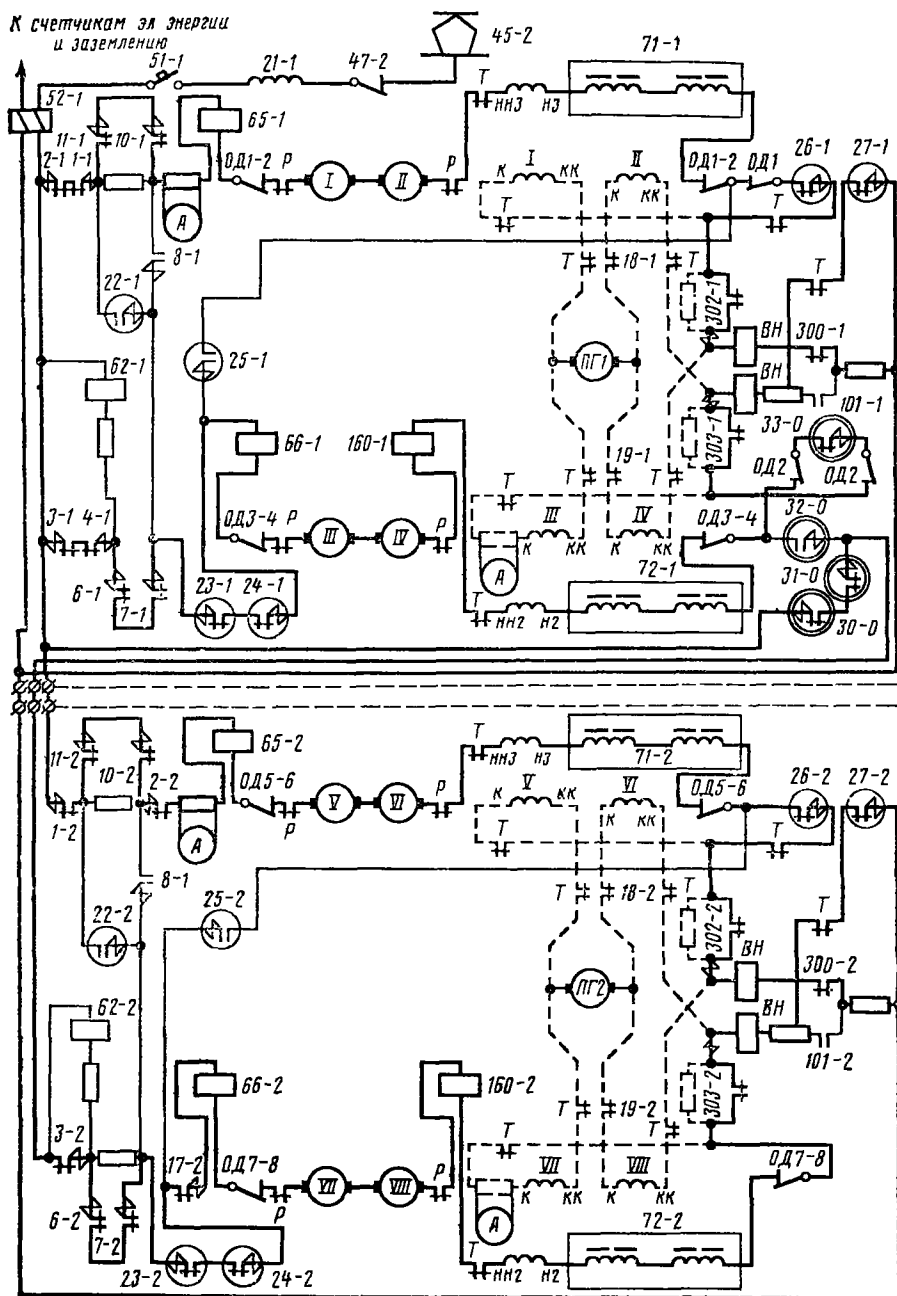


Рис. 258. Схема силовых цепей электровоза ВЛ10 при рекуперативном торможении на параллельном соединении обмоток якорей тяговых двигателей

ния двигателя *III*, контакты *T20-1*, *T19-1* тормозного переключателя, минус генератора *ПГ1*;

б) контакты контактора *19-1*, обмотка возбуждения двигателя *IV*, контакты *T29-1*, *T28-1* тормозного переключателя, контакты быстродействующего контактора *302-1*, контакты *T22-1*, *T23-1* тормозного переключателя, обмотка возбуждения двигателя *I*, контакты *T17-1*, *T18-1* тормозного переключателя, минус генератора *ПГ1*.

На второй секции электровоза для тока возбуждения создаются аналогичные цепи

Ток цепи якорей тяговых двигателей, соединенных в четыре параллельные группы, от плюса якорей каждой пары двигателей проходит через реостатные контакторы, которыми зашунтированы пусковые резисторы, линейные контакторы, дифференциальное реле, быстродействующий выключатель, крышевой разъединитель, токоприемник, контактную сеть, потребитель, рельсы, колесные пары, общую заземляющую шину, счетчик электрической энергии, кабели дифференциального реле и далее распределяется по четырем параллельным ветвям:

а) стабилизирующий резистор *P47-P46*, контактор *300-1*, виток насыщения *ВН* и контакты БК *302-1*, контакты *T4-1*, *T5-1* тормозного переключателя, контакторный элемент *26-1* группового переключателя, ножи *ОД1*, *ОД2*, индуктивный шунт *71-1*, обмотка *НЗ-ННЗ* генератора преобразователя *ПГ1*, контакты *T1-1*, *T2-1* тормозного переключателя, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *II* и *I*;

б) контакторный элемент *27-1*, контакты *T26-1*, *T27-1* тормозного переключателя, секция стабилизирующего резистора *P44-P43*, виток насыщения *ВН* и силовые контакты быстродействующего контактора *303-1*, нож *ОД2*, контакторный элемент *33-0*, ножи *ОД2*, *ОД3-4*, индуктивный шунт *72-1*, обмотка *Н2-НН2* генератора преобразователя *ПГ1*, контакты *T15-1*, *T14-1* тормозного переключателя, катушка регулятора давления догружающего устройства *160-1*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *IV* и *III*.

На второй секции электровоза ток цепи якорей проходит по аналогичным аппаратам.

Рекуперативное торможение на последовательно-параллельном соединении якорей тяговых двигателей. Рекуперацию на последовательно-параллельном соединении якорей двигателей применяют при скорости движения от 55 до 30 км/ч. При постановке реверсивно-селективной рукоятки контроллера машиниста в положение *Вперед СП* (см. рис. 251 *) замыкаются КЭ контроллера машиниста в проводах *1* (2), *Н110* (*Н111*), 5 и 7.

По проводу 7 питание получают катушки вентиля группового переключателя *КСПО* и вал его поворачивается в положение *СП-П*. Валы групповых переключателей *КСП1* и *КСП2* при этом останутся в положении *С-СП*. От провода 5 через замкнутые блокировки *КСПО-СП-П*, *КСП1-С-СП* и *КСП2-С-СП* групповых пере-

ключателей напряжение подводится к катушкам клапанов тормозных переключателей *ТК1-Т* и *ТК2-Т*, двух групп реостатных контакторов (одна из которых получает питание после включения контактора *4-1*) и электропневматических контакторов *101-1* и *101-2*, которые переключают секции стабилизирующих резисторов. Катушки клапанов контакторов *300-1* и *300-2* питание не получают и контакторы не включаются, чем ликвидируется опасность образования вредного контура, по которому ток рекуперации может попадать в цепь обмоток возбуждения тяговых двигателей (рис. 259).

В остальном работа цепей управления протекает аналогично работе на параллельном соединении. Исключение составляет работа цепей управления линейными контакторами. При замыкании контактов реле рекуперации включаются только линейные контакторы *3-1*, *4-1* и *3-2*, а цепи питания катушек клапанов линейных контакторов *1-1*, *2-1* и *1-2* будут разомкнуты блокировками *КСП1-П* и *КСП2-П*. Цепи возбуждения тяговых двигателей остаются такими же, как и при рекуперации на параллельном соединении. Ток рекуперации от реле *52-1* замыкается по двум цепям:

а) стабилизирующий резистор *P47-P46* (см. рис 252 * и 259), контакты контактора *101-1*, резистор *P45-P43*, виток насыщения *ВН* и контакты быстродействующего контактора *303-1*, нож *ОД2*, контакторный элемент *33-0* группового переключателя, ножи *ОД2*, *ОД3-4*, индуктивный шунт *72-1*, обмотка *Н2-НН2* генератора преобразователя *ПГ1*, контакты *T15-1*, *T14-1* тормозного переключателя, катушка регулятора давления *160-1*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *IV* и *III*, контакты реверсора, нож *ОД3-4*, катушка реле перегрузки *66-1*, контакторный элемент *25-1* группового переключателя, нож *ОД1-2*, индуктивный шунт *71-1*, обмотка *Н3-НН3* генератора преобразователя *ПГ1*, контакты *T1-1*, *T2-1* тормозного переключателя, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *II* и *I*;

б) стабилизирующий резистор *P71-P70*, контакты контактора *101-2*, резистор *P50-P48* и далее по аналогичной цепи, что и на первой секции электровоза.

Рекуперативное торможение на последовательном соединении якорей тяговых двигателей. Рекуперацию на последовательном соединении осуществляют при скорости движения от 30 до 15 км/ч. Для работы на этом соединении реверсивно-селективную рукоятку устанавливают в положение *Вперед С* (см. рис. 251 *), в результате чего напряжение будет подано на провод *6* и получат питание катушки клапанов групп реостатных контакторов, тормозных переключателей *ТК1-Т* и *ТК2-Т* и катушки клапанов контакторов *101-1* и *101-2*.

При установке тормозной рукоятки контроллера на позицию *02* провода *25* и *К63* соединяются с корпусом кузова, в результате чего возбуждаются катушки клапанов тормозных переключателей, валы которых установятся в положение тормозного режима. Проводом *К63* с корпусом кузова соединится катушка клапана линейного контактора *3-2* через блокировки *ТК1-Т* и *КСПО-С*.

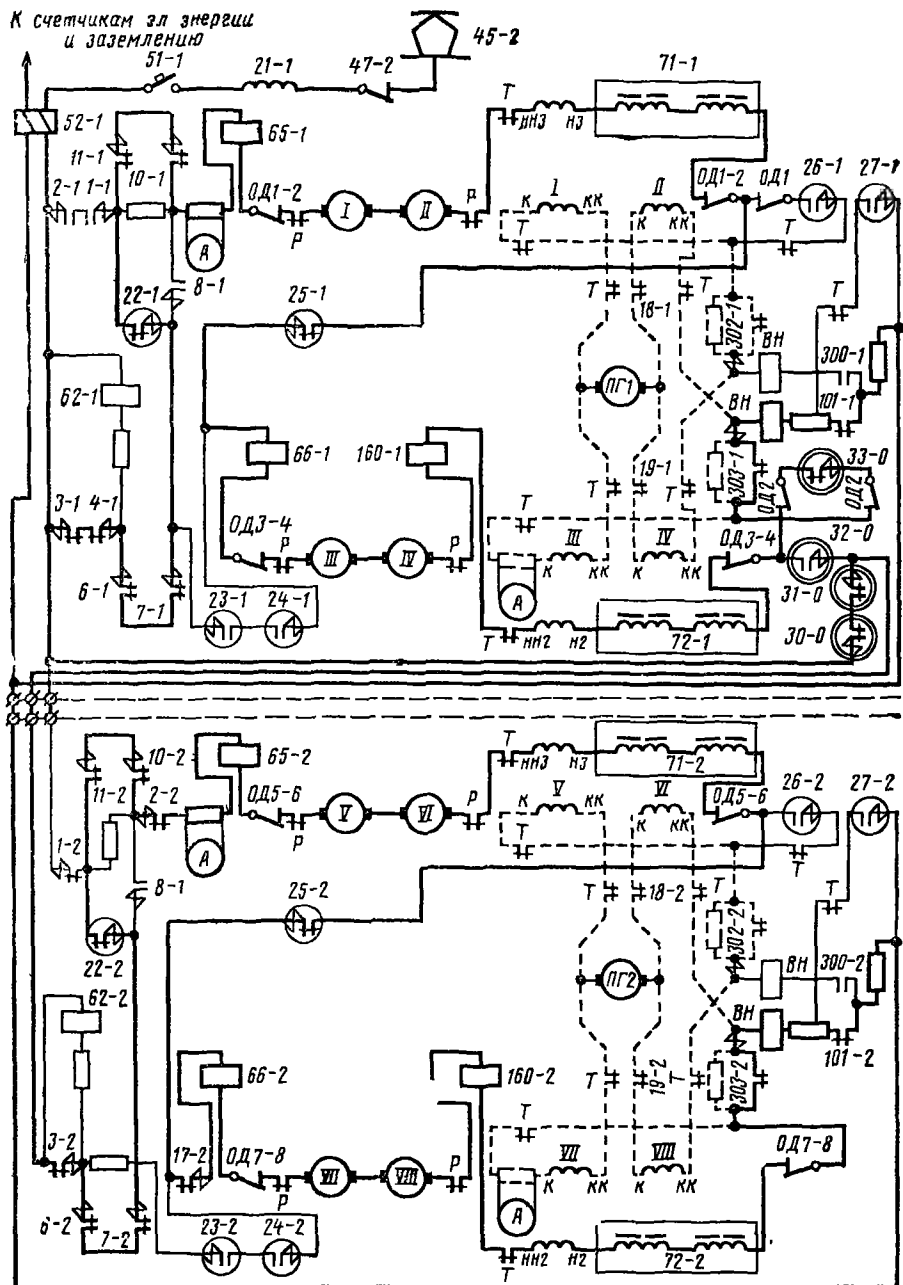


Рис 259. Схема силовых цепей электровоза ВЛ10 при рекуперативном торможении на последовательно-параллельном соединении обмоток якорей тяговых двигателей

При установке главной рукоятки на 1-ю позицию после включения контактора 74-1 через его блокировку питание будет подано на линейные контакторы 2-2, 17-2 и 3-2, которые включатся. Включение этих линейных контакторов необходимо для возбуждения реле рекуперации.

Цепи возбуждения тяговых двигателей на последовательном соединении их якорей ничем не отличаются от таких же цепей на других видах соединений. При срабатывании реле рекуперации включаются линейные контакторы 3-1 и 4-1, замыкающие цепь тока рекуперации, в которую входят обмотки якорей всех восьми тяговых двигателей, соединенные последовательно. В эту цепь включены обмотки возбуждения генераторов обоих преобразователей, стабилизирующие резисторы, а также виток насыщения и контакты одного из быстродействующих контакторов 303-2 (рис. 260).

Действие защиты. Усовершенствованная противобуксовочная защита. С электровоза № 1131 внедрена противобуксовочная защита, которая обеспечивает сигнализацию о возникшем буксовании и включение клапанов песочниц. Кроме этого, такая защита осуществляет перевод тягового двигателя буксующей колесной пары с полного возбуждения на IV ступень ослабления при последовательном соединении обмоток якорей тяговых двигателей, ввод в силовые цепи части пусковых резисторов — на последовательно-параллельном соединении и перераспределение тягового усилия с двигателя буксующей колесной пары на остальные двигатели — на параллельном соединении. На всех соединениях при буксовании в режиме ослабления возбуждения защита осуществляет его снятие.

При включении кнопки *Защита от буксования* (см. рис. 251 *) на щитке 81-1 (82-2) напряжение от провода К31 через предохранитель 353-1 (353-2), провод Н21 (Н22), контакты этой кнопки по проводу К24 подводится к катушкам датчиков 143-1, 144-1, 145-2 и 146-2. При возникновении буксования какой-либо из колесных пар срабатывает соответствующий датчик и контакты его меняют положение. Через замыкающие контакты датчика в цепи провода К24 напряжение подается на красные сигнальные лампы ПБЗ (448-1, 448-2) и селеновые вентили 217-2; по проводу К90 напряжение подается на катушки вентилей 108-1, 111-2, (110-1, 109-2) клапанов песочниц.

На последовательном соединении обмоток якорей двигателей, начиная с 3-й позиции, когда включается контактор 11-2, через его замыкающую блокировку и блокировку КСПО-С группового переключателя, контакты промежуточного реле 67-1 напряжение подводится по проводу К24 к катушкам вентилей контакторов 16-1 и 16-2, которые включаются. Вместе с этими контакторами включаются и ведомые контакторы 216-1 и 216-2. При возникновении буксования какой-либо из колесных пар на этом соединении двигателей через контакты соответствующего датчика буксования напряжение будет подано на катушку вентиля одного из контакторов 13-1, 213-1, 13-2 или 213-2. Включение соответствующего контакто-

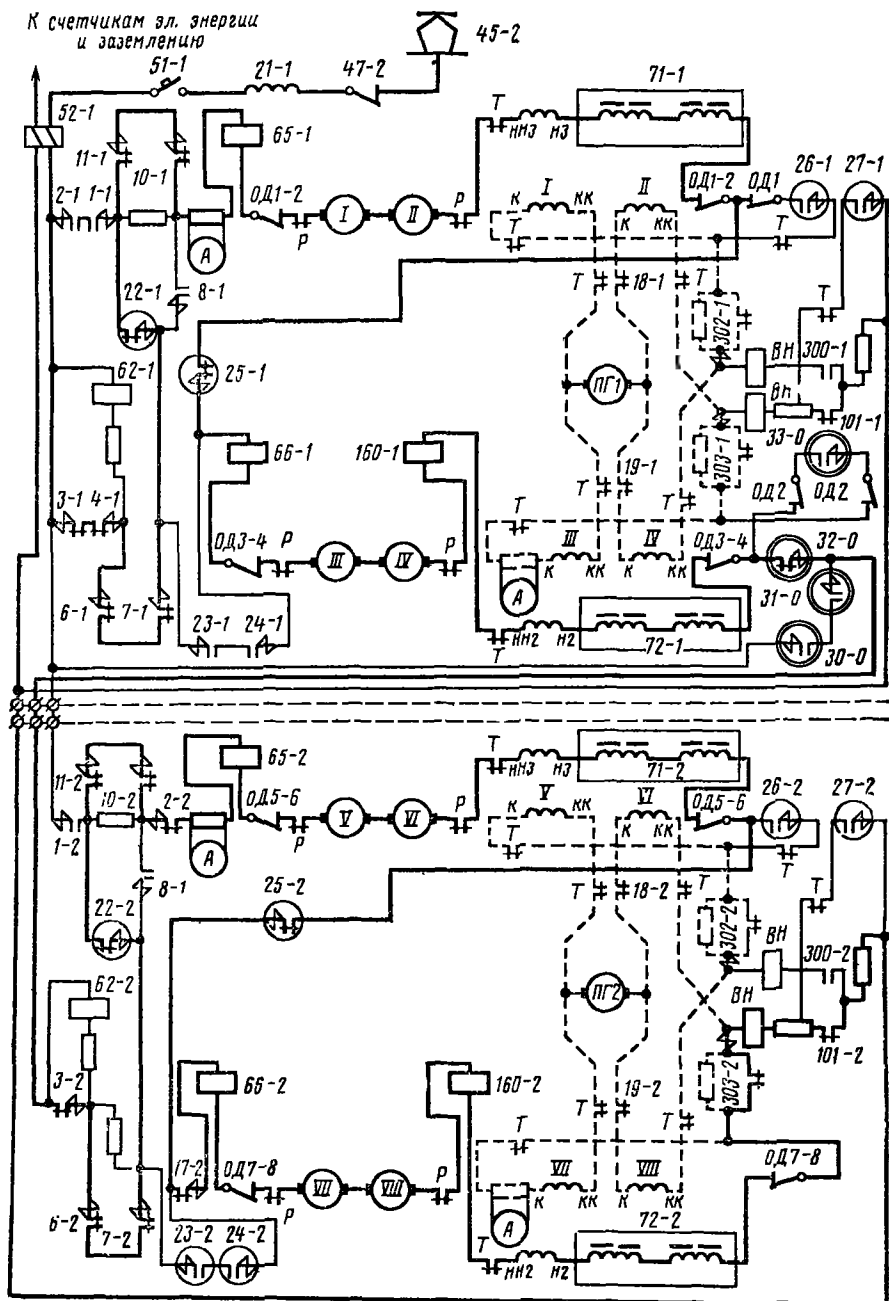


Рис. 260. Схема силовых цепей электровоза ВЛ10 при рекуперативном торможении на последовательном соединении обмоток якорей тяговых двигателей

ра приведет к созданию режима IV ступени ослабления возбуждения буксующего и спаренного с ним двигателей. При ослаблении возбуждения одной из пар двигателей общее сопротивление цепи тяговых двигателей несколько уменьшается, а ток в этой цепи возрастает, что позволяет сохранить почти неизменной силу тяги электровоза. Значительное ослабление возбуждения буксующего двигателя при небольшом увеличении тока в обмотке якоря создает условия для более быстрого прекращения буксования.

Если буксование возникает при работе тяговых двигателей в режиме ослабления возбуждения, то размыкающие контакты одного из датчиков буксования разрывают цепь питания катушки вентиля соответствующего контактора *13-1*, *213-1*, *13-2* или *213-2* и он отключается. Замыкающая блокировка отключенного контактора размыкается в цепи общего питания катушек вентиля контакторов *13-1*, *213-1*, *13-2* и *213-2* от провода *31* и все контакторы I ступени ослабления возбуждения выключаются, отсоединяя шунтирующие цепи от обмоток возбуждения тяговых двигателей. От провода *K155* катушки вентиля контакторов ослабления возбуждения питание получать не будут, так как в режиме ослабленного возбуждения реле *67-1* будет включено и размыкающая блокировка его в цепи проводов *H412* — *K155* будет разомкнута на всех позициях ослабления возбуждения. При прекращении буксования режим ослабления возбуждения восстанавливается автоматически, если тормозная рукоятка находится на позиции *ОП1*, так как на этой позиции под напряжением находится провод *46*.

При переходе на последовательно-параллельное соединение питание получает катушка вентиля контактора *124-2* по цепи: провод *K24*, катушка вентиля контактора *124-2*, блокировки *КСП1-С-СП*, *КСПО-СП-П*, *ОД1*, *ОД11*, *ТК11-М*, корпус кузова. Контактор *124-2* включается и обеспечивает при буксовании перераспределение нагрузки в цепях тяговых двигателей. При буксовании какой-либо из колесных пар на этом соединении напряжение через контакты соответствующего датчика и через селеновые вентили подается на катушки промежуточных реле *102-2* и *103-2*. Цепь катушек этих реле со стороны минуса будет такая же, что и у катушки вентиля контактора *124-2*. Размыкающие контакты промежуточных реле *102-2* и *103-2* включены в цепи катушек вентиля реостатных контакторов *6-1*, *5-2*, *7-2* и *11-2*, поэтому при включении реле *102-2* и *103-2* цепи указанных контакторов разрываются. Контакторы, которые нормально должны быть включены на соответствующей позиции — отключаются и в цепи тяговых двигателей вводятся секции пусковых резисторов. Это приводит к уменьшению тока в якорях всех тяговых двигателей, включая и буксующий, чем предотвращается развитие буксования. Блокировки контакторов *6-2* и *12-2*, включенные параллельно контактам реле *102-2* и *103-2* в цепях катушек вентиля контакторов *5-2* и *11-2*, служат для обеспечения определенного порядка ввода в цепи тяговых двигателей пусковых резисторов. При прекращении буксования реле *102-2* и *103-2* отключаются и реостатные контакторы включаются, восстанавливая сопротивление пуско-

вых резисторов, соответствующее той позиции, на которой буксование началось.

Если буксование возникло при движении на параллельном соединении обмоток якорей двигателей, то питание получают катушки вентиля контакторов *124-1* и *125-2* по цепи: провод *K24*, один из датчиков буксования *143-1*, *144-1*, *145-2* или *146-2*, параллельно включенные катушки вентиля контакторов *124-1* и *125-2*, блокировки *КСП-П*, *ОД I*, *ОД II*, *ТК II-М*, корпус кузова. Контакторы *124-1*, *125-2* включаются. Вместе с ними включается контактор *125-1*, имеющий общий подвод воздуха от вентиля контактора *124-1*. Все эти контакторы соединяют между собой цепи обмоток возбуждения параллельных ветвей тяговых двигателей. Ток возбуждения цепи тяговых двигателей, в которой включен буксующий двигатель, при таком соединении не только не уменьшается, а даже возрастает за счет увеличения тока в якорях небуксующих двигателей. Это обеспечивает выход тягового двигателя буксующей колесной пары из режима буксования.

Размыкающие блокировки контакторов *124-1*, *125-1* и *125-2* включены в цепь линейных контакторов, чтобы на последовательном и последовательно-параллельном соединениях обмоток якорей линейные контакторы не могли включиться, если какой-либо из уравнительных контакторов не выключится после прекращения буксования.

Снятие ослабления возбуждения при возникновении буксования на последовательно-параллельном и параллельном соединениях обмоток якорей осуществляется так же, как и на последовательном соединении.

При отключении какой-либо из пар тяговых двигателей блокировки *ОД I* и *ОД II* разрывают цепи катушек вентиля контакторов *124-1*, *124-2*, *125-1*, *125-2* и реле *102-2*, *103-2*. То же происходит и при рекуперации, так как цепи вышеуказанных аппаратов размыкаются блокировкой *ТК II-М*. Предохранители *308-1* и *308-2* (см. рис. 252*) на 400 А служат для защиты от действия чрезмерно больших уравнительных токов при круговом огне на коллекторе какого-либо из двигателей.

Защита от коротких замыканий. Защита цепей тяговых двигателей от замыканий в тяговом режиме осуществляется дифференциальным реле *52-1* (см. рис. 251 * и 252 *) и быстродействующим выключателем *51-1*. Дифференциальное реле *52-1* отключается, если разность токов в вводных и выводных кабелих составляет 100 А. Контакты дифференциального реле в цепи проводов *Н30—Н5* размыкаются и цепь удерживающей катушки быстродействующего выключателя разрывается. Быстродействующий выключатель *51-1* отключается, а вместе с ним — линейные контакторы, так как в цепи катушек их вентиля размыкается блокировка БВ. Быстродействующий выключатель *51-1* может выключиться и независимо от дифференциального реле *52-1* за счет действия размагнитивающего витка. При выключении выключателя *51-1* замыкаются его размыкающие блокировки в цепи проводов *K71—K62* и *K100—K84*

и питание подается на сигнальные лампы *БВ1* (438-1 и 439-2) и *АВР* (351-1 и 351-2). Для восстановления реле 52-1 и выключателя 51-1 нужно перевести главную рукоятку контроллера машиниста на нулевую позицию, а затем кратковременно включить кнопку *Возврат БВ1*.

Цепи вспомогательных машин защищаются быстродействующим выключателем 53-2. При выключении этого выключателя замыкаются его размыкающие блокировки 53-2 в цепи проводов *К50- -К61*, *К100—К84* и сигнальных ламп *БВ2* (443-1 и 443-2), *АВР* (351-1 и 351-2). Для восстановления включенного положения быстродействующего выключателя вспомогательных цепей нужно кратковременно включить кнопку *Включение БВ2*.

Защита цепей тяговых двигателей от замыканий в режиме рекуперативного торможения не может быть осуществлена быстродействующим выключателем, так как ток рекуперации, проходящий по размагничивающему витку БВ, создает магнитный поток, не вычитающийся из потока удерживающей катушки БВ, а складывающийся с ним. Система регулирования тока рекуперации изменением возбуждения генераторов преобразователей не может задержать увеличение тока короткого замыкания из-за того, что с увеличением тока в обмотках *Н2-НН2* и *Н3-НН3* магнитные потоки этих обмоток не успевают возрасти. Следовательно, э. д. с. генераторов преобразователей не уменьшается и не вызывает уменьшения тока возбуждения тяговых двигателей, что могло бы привести к уменьшению тока короткого замыкания.

Для обеспечения надежной защиты от коротких замыканий в режиме рекуперации используют быстродействующие контакторы 302-1, 303-1, 302-2 и 303-2. Эффективность действия быстродействующих контакторов основана на ускоренном размагничивании током рекуперации магнитной системы тяговых двигателей, при котором э. д. с. двигателей и ток короткого замыкания уменьшаются почти до нуля.

Катушки быстродействующих контакторов включены последовательно в цепь двигателя вентилятора *В1* со стороны «земли». При коротком замыкании в контактной сети или на других электровозах напряжение в контактной сети падает до нуля. Также до нуля уменьшается напряжение в цепи двигателя вентилятора *В1* и катушки быстродействующих контакторов теряют питание. Более быстрому отключению этих контакторов способствует переход двигателя вентилятора *В1* в генераторный режим. Якорь двигателя, вращаясь по инерции, будет создавать э. д. с. вращения, направленную против ранее приложенного напряжения. Ток двигателя вентилятора изменит направление и будет проходить в основном через резистор *Р76-Р75*, так как обмотка возбуждения, шунтируемая этим резистором, имеет большее индуктивное сопротивление. Спадание магнитного потока и э. д. с. двигателя вентилятора будет задерживаться. Изменение направления тока в обмотке якоря двигателя *В1*, а следовательно, в катушках БК будет более быстрым. При протекании тока обратного направления по катушкам

быстродействующих контакторов происходит резкое уменьшение магнитного потока, что ускоряет их отключение. Для того чтобы возрастающий обратный ток не вызвал повторного включения быстродействующих контакторов (режим звонковой работы), в цепь контактора пусковой панели включен блок полупроводниковых вентилей 295-1. Обратный ток при этом протекает через резистор *P62-P61* пусковой панели, и значение его ограничивается.

При отключении быстродействующих контакторов по обмоткам возбуждения тяговых двигателей проходит ток короткого замыкания в направлении, противоположном направлению тока, которое было при питании обмоток возбуждения от генераторов преобразователей (рис. 261). В результате изменения направления тока в обмотках возбуждения происходит быстрое размагничивание двигателей, и поэтому их э. д. с., а следовательно, и ток короткого замыкания снижаются до нуля. Параллельно силовым контактам БК подключены резисторы, которые снижают коммутационные перенапряжения в момент их размыкания. Для уменьшения скорости нарастания тока короткого замыкания в цепи якорей тяговых двигателей при рекуперативном торможении вводятся индуктивные шунты. Для ограничения перенапряжения на якорях генераторов преобразователей они заземлены разрядными резисторами *P201-P202* и *P209-P210* (см рис 252*) сопротивлением по 8 Ом каждый.

При отключении быстродействующих контакторов в режиме рекуперации на последовательно-параллельном и последовательном соединениях обмоток якорей размагничиваются не все тяговые двигатели. На последовательно-параллельном соединении направление тока изменяется только в обмотках возбуждения II, III, VI и VII тяговых двигателей (рис. 262), а на последовательном соединении — в обмотках возбуждения VI и VII. В цепи возбуждения остальных тяговых двигателей вводятся резисторы, шунтирующие

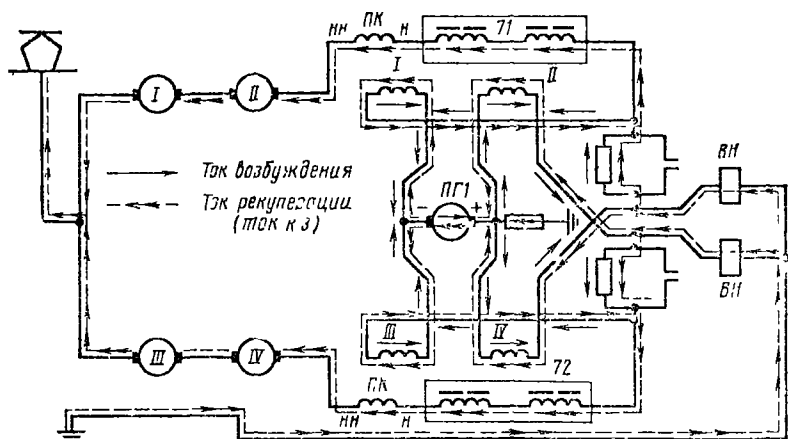


Рис. 261. Схема защиты при коротком замыкании в режиме рекуперативного торможения на параллельном соединении обмоток якорей тяговых двигателей

тиляторов, переводят тормозную и главную рукоятки контроллера на нулевые позиции, а реверсивно-селективную рукоятку — в положение *М*. После этого восстанавливают БВ *51-1* и, дождавшись остановки двигателей вентиляторов, снова включают их. Когда БК включатся, реле *170-1* получит питание и контакт его разомкнет цепь красных сигнальных ламп БК. Затем в обычном порядке собирают цепи рекуперации.

На электровозах ВЛ10^у и ВЛ10 последнего выпуска установлены быстродействующие контакторы, нормальное положение которых — включенное. Силовые контакты быстродействующих контакторов такого типа размыкающие и включены они так же, как и у ранее устанавливаемых контакторов, в цепи тока рекуперации и возбуждения тяговых двигателей. Отключающая катушка каждого из быстродействующих контакторов подключается параллельно одной из катушек индуктивного шунта контактом тормозного переключателя (рис. 263). У быстродействующих контакторов такой конструкции нет включающих катушек, поэтому цепи вспомогательных машин электровозов с новыми быстродействующими контакторами проще (рис. 264). При коротком замыкании в цепи тока рекуперации на катушке индуктивного шунта резко повышается напряжение и по отключающей катушке БК проходит большой ток. Быстродействующий контактор отключается и фиксируется в отключенном положении защелкой. Защелка имеет катушку, в цепи которой при отключении БК замыкается замыкающая блокировка. Восстанавливают быстродействующий контактор кратковременным включением кнопки *Возврат БВ*, при этом ток по проводу 47 (рис. 265) идет на катушку защелки того контактора, который находится в отключенном положении.

Защита от перегрузок. Защита тяговых двигателей от больших токов перегрузки осуществляется реле перегрузки, при срабатывании которых разрыва силовых цепей не происходит, а только уменьшается ток и подается сигнал машинисту. При срабатывании одного из реле перегрузки замыкается его контакт в цепи проводов *K100—K76* (см. рис. 251 *) и питание подается на сигнальные лампы РП (*440-1* и *441-2*). Размыкающий контакт этого реле размыкает цепь катушки контактора *76-1*. Если это произошло, когда тяговые двигатели работали на ступени *ОПІІ*, *ОПІІІ* или *ОПІV*, то отключение контактора *76-1* приводит к отключению контакторов *13-1*, *213-1*, *13-2* и *213-2*, которые отсоединяют от обмоток возбуждения шунтирующие цепи, снимая ослабление возбуждения. На ступени *ОПІ* отключение контакторов ослабления возбуждения не происходит, хотя контактор *76-1* и выключается, так как на этой ступени питание получает провод 46, обеспечивающий питание вентилей контакторов *13-1*, *213-1*, *13-2* и *213-2*. В режиме рекуперации отключением контактора *76-1* в цепь возбуждения генераторов преобразователей вводится секция *r15-r16* резисторов, что вызывает уменьшение магнитного потока и э. д. с. генераторов преобразователей, а следовательно, и уменьшение перегрузки тяговых двигателей. Для восстановления реле перегрузки

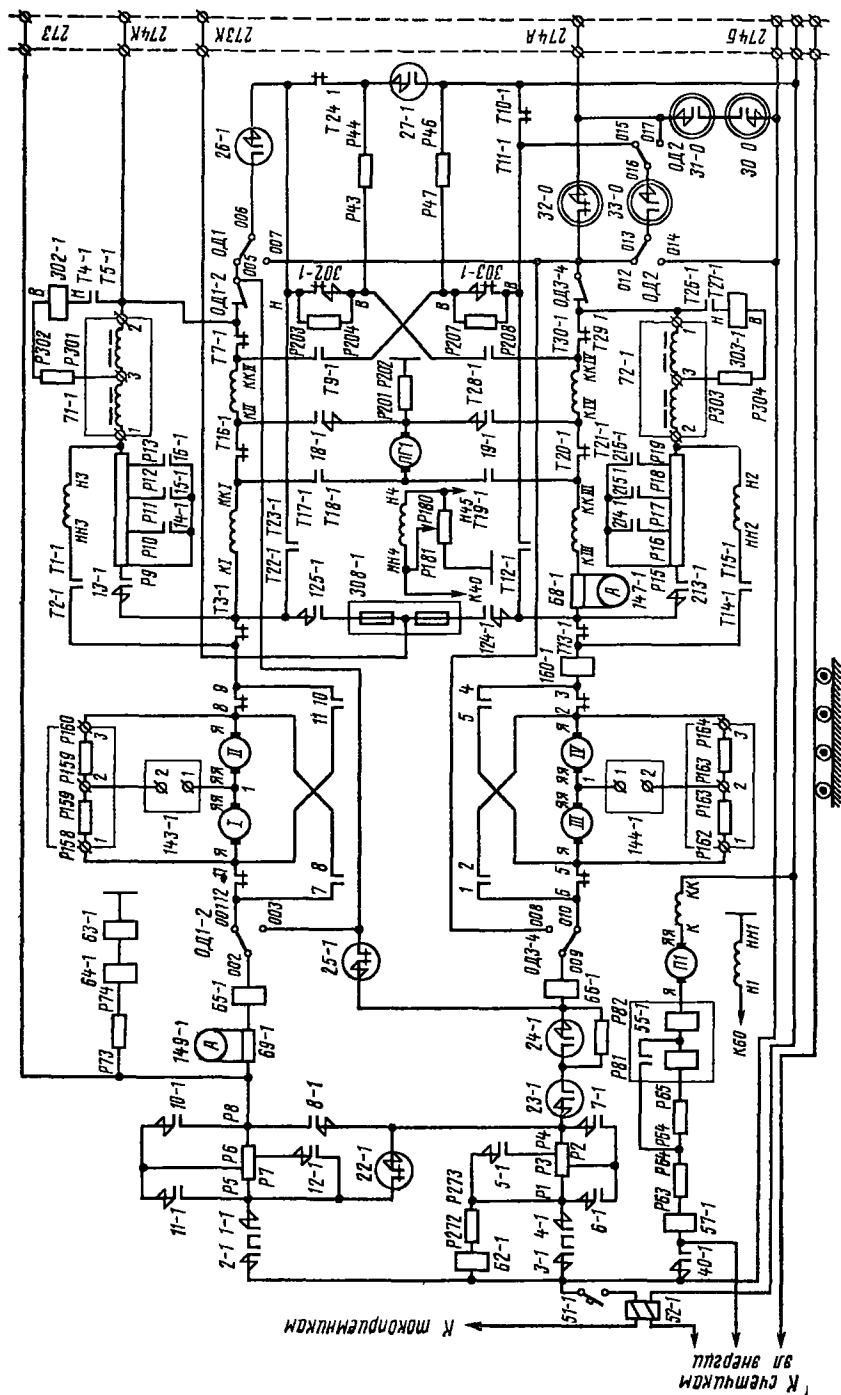


Рис 263 Схема силовых цепей первой секции электровозов ВЛ10 последнего выпуска и ВЛ10у

Цепи рекуперации разбираются. Одновременно снимается питание с провода *K98* и двигатели вентиляторов отключаются. Вместе с ними выключаются быстродействующие контакторы. Все это способствует быстрейшему уменьшению э. д. с. генерирующих двигателей.

Защита от повышения напряжения. При повышении напряжения в контактной сети выше 4000 В в режиме рекуперации срабатывает реле повышенного напряжения *64-1*, которое при параллельном соединении обмоток якорей тяговых двигателей своими контактами разрывает цепь питания контактора *76-1*. Этим в цепь независимого возбуждения генераторов преобразователей вводится часть регулировочного резистора. Одновременно замыкается цепь сигнальных ламп *РП* (*440-1*, *441-2*). Замыкающая блокировка реле *64-1* замыкает цепь питания реле *134-1* с выдержкой времени. Если напряжение не уменьшится и реле *64-1* не отключится, то через 10—15 с реле *134-1* включится и через его блокировку получит питание промежуточное реле *279-1*. Контакты реле *279-1* разомкнут цепь питания провода *K98*, что приведет к отключению мотор-вентиляторов, быстродействующих контакторов и выключателя *51-1*. При своевременном переводе тормозной рукоятки на позицию 02 реле повышенного напряжения *64-1* займет исходное положение и можно снова тормозную рукоятку перемещать в сторону 15-й позиции. При понижении напряжения в контактной сети ниже 1900 В срабатывает реле пониженного напряжения *63-1*, контакты которого разрывают цепь сигнальных ламп *РН* (*454-1* и *455-2*), получающих питание от провода 8.

Противоразгрузочное устройство. При подаче питания в цепи линейных контакторов в зависимости от выбранного направления движения по проводу *K9* (*K10*) напряжение подается через размыкающие блокировки *19-2* или *ТКII-Т* (*19-1* или *TKI-Т*) на катушки вентиля *89-1* (*89-2*) и *139-2* (*139-1*). Вентили впускают сжатый воздух в нагружающие цилиндры. Давление на оси регулируется специальными реле давления *160-1* и *160-2* (см. рис. 252 *), которые изменяют давление воздуха в нагружающих цилиндрах в зависимости от тока тяговых двигателей. Силовые катушки реле давления *160-1* и *160-2* включены последовательно в цепи якорей тяговых двигателей.

Контроль обрыва тормозной магистрали. При обрыве тормозной магистрали или при дополнительной разрядке магистрали, возникающей по другой причине, цепь контроля подает световой сигнал машинисту и снимает питание с катушек вентиля линейных контакторов. После включения кнопки *Токоприемники* на щитке *81-1* (*82-2*) проводом *K100* (см. рис. 251 *) напряжение подводится к замыкающим контактам *ДДР* пневматического датчика *ПД*. В случае дополнительной разрядки тормозной магистрали контакты *ДДР* замыкаются и напряжение от провода *K100* подается на катушку промежуточного реле *537-1*. Реле включается и замыкает цепь сигнальных ламп *ТМ* *449-1* (*449-2*) на пульте машиниста. Размыкающий контакт этого реле разрывает цепь пита-

ния катушек вентилях линейных контакторов, в результате чего цепь питания тяговых двигателей разбирается. С момента включения реле 537-1 катушка его будет получать питание через собственную блокировку и вентиль 299-1. Реле 537-1 отключится и восстановит цепь линейных контакторов только при наполнении тормозных цилиндров воздухом в результате приведения в действие тормозов. При повышении давления в тормозных цилиндрах срабатывает датчик ПД, размыкающая блокировка которого ДТЦ разрывает цепь питания катушки реле 537-1. Размыкающий контакт реле 537-1 замкнется в цепи катушек вентилях линейных контакторов, но собрать цепи будет можно только после сброса главной рукоятки контроллера на нулевую позицию и полного отпуска тормозов. Если осуществляется служебное торможение, то реле 537-1 действует также, но так как торможение осуществляется на нулевой позиции, то размыкание блокировки 537-1 в цепи линейных контакторов изменений в цепи не вызывает. Сигнальные лампы ТМ в кабинах при этом загораются, а при повышении давления в тормозных цилиндрах, когда цепь катушки реле 537-1 размыкается блокировкой ДТЦ, лампы гаснут. Следовательно, при каждом торможении лампы ТМ кратковременно загораются, что свидетельствует об исправности системы контроля обрыва тормозной магистрали. При рекуперации срабатывание реле 537-1 не вызывает отключения линейных контакторов, так как блокировка этого реле в цепи линейных контакторов будет зашунтирована блокировкой контактора 74-1. Диод 299-1 в схеме контроля установлен для предотвращения ложной сигнализации лампами ТМ при отпуске тормозов, а диод 298-1 — для снижения коммутационных перенапряжений, возникающих при размыкании контактами ДТЦ цепи катушки реле 537-1.

§ 82. Особенности электрических схем электровозов ВЛ8 и ВЛ11

Электрические схемы электровоза ВЛ8. Они имеют много общего со схемами электровоза ВЛ10, так как последние являются улучшенными вариантами схем электровоза ВЛ8. Вспомогательные цепи электровоза ВЛ8 в принципе не отличаются от таких же цепей электровоза ВЛ10, отличие состоит в обозначении и нумерации проводов, в усложнении некоторых узлов схемы ВЛ10, вызванном стремлением увеличить надежность работы этих узлов. Схемы силовых цепей и цепей управления имеют следующие особенности:

в кабинах машиниста электровоза ВЛ8 нет дополнительных щитков с кнопками управления токоприемниками, компрессорами, возбудителями. В цепях панели управления не предусмотрено раздельного питания цепей управления и аккумуляторной батареи с использованием балластных резисторов, поэтому нет контактора 127-2. Для периодического подзаряда аккумуляторной батареи повышенным напряжением предусмотрен рубильник усиленного заряда батареи;

для защиты вспомогательных цепей от коротких замыканий на электровозе ВЛ8 установлен контактор вспомогательных цепей (КВЦ), роль которого на электровозе ВЛ10 выполняет *БВ2*;

в цепях управления между проводом 47 и катушкой дифференциального реле *52-1* нет размыкающего блок-контакта *51-1* быстродействующего выключателя; поэтому катушка *Возврат БВ1* остается под напряжением после включения быстродействующего выключателя, получая питание от провода 48 через добавочный резистор;

реверсирование тяговых двигателей электровозов, в схемах которых нет быстродействующих контакторов (до № 700), осуществляется изменением направления тока в обмотках возбуждения тяговых двигателей;

приведение электровоза ВЛ8 в движение осуществляется таким же действием рукояток контроллера машиниста, как и на электровозе ВЛ10. При этом включаются линейные контакторы *3-1*, *4-1*, *3-2*, *2-2* и *17-2*, которые собирают последовательную цепь всех восьми тяговых двигателей при полностью введенных пусковых резисторах и полном возбуждении тяговых двигателей. Так как на электровозах ВЛ8 на 1-й позиции пуска не предусмотрен режим ослабления возбуждения, то в развертке главного барабана контроллера машиниста отсутствуют контакторные элементы *К5* и *К37*. Вывод пусковых резисторов начинается сразу же со 2-й позиции;

в силовой схеме электровоза ВЛ8 нет катушек регуляторов давления, а в цепях управления нет вентилей *89-1* и *89-2*, так как на этих электровозах отсутствуют противоразгрузочные устройства;

в цепях питания катушек вентилей групповых переключателей *КСП I* и *КСП II* нет параллельно включенных блокировок *ОД1-2* и *ОД3-4*, которые на электровозе ВЛ10 не позволяют переключаться групповым переключателям при отключении всех четырех тяговых двигателей первой секции, предотвращая режим короткого замыкания через ножи отключателей тяговых двигателей *ОД3-4* и *ОД1*;

в цепь питания катушек вентилей контакторов *13-1 (213-1)* и *13-2 (213-2)* включены блокировки всех четырех реле перегрузки, тогда как на электровозе ВЛ10 эти блокировки включены в цепь катушки контактора *76-1*, а его блокировка включена в цепь катушек вентилей контакторов 1 степени ослабления возбуждения;

нет системы сигнализации *АВР* и контроля обрыва магистрали. Переключение красных и белых огней буферных фонарей осуществляют вручную;

в режиме рекуперативного торможения в схеме электровоза ВЛ8 с № 700 включение линейных контакторов, замыкающих цепь тока рекуперации на всех трех соединениях тяговых двигателей, поставлено в зависимость от срабатывания только одного реле рекуперации *62-1*. Поэтому небаланс между напряжением контактной сети и э. д. с. двигателей контролируется только на первой секции, а двигатели второй секции на СП и П соединениях могут подключаться к контактной сети при небалансе напряжения, значи-

тельно отличающемся от небаланса, на который отрегулировано реле 62-1, что является нежелательным. При этом соответственно отличается и схема управления линейными и реостатными контакторами;

в цепях рекуперативного торможения не предусмотрены контакторы 101-1, 101-2, 300-1 и 300-2, нет вентиля срыва рекуперации 123-1 и 123-2, а вентили регенерации обозначены номерами 122-1 и 123-2;

для учета как потребляемой, так и рекуперированной энергии установлен только один счетчик электрической энергии. При отсчете рекуперированной энергии показания счетчика сбрасываются, так как диск его при этом вращается в обратную сторону.

Электрические схемы электровоза ВЛ11. Цепи электровоза обеспечивают работу четырехосных секций в режиме тяги и рекуперации в составе двух или трех секций электровоза и двух электровазов, работающих по системе многих единиц. Схемы цепей каждой секции электровоза ВЛ11 одинаковы и отличаются они только межсекционными соединениями.

Как и на электровозе ВЛ10, предусмотрено три вида соединений тяговых двигателей: С, СП и П. Однако основными видами соединений тяговых двигателей в тяговом режиме являются: СП соединение, при котором осуществляется последовательное соединение четырех двигателей каждой секции, и П соединение, при котором тяговые двигатели каждой секции объединяются в две параллельные ветви по два двигателя в каждой. Последовательное соединение тяговых двигателей двух или трех секций (С соединение) не является нормальным тяговым режимом работы электровоза. Этот режим предусмотрен для тех случаев, когда нужно обеспечить длительную езду на низких скоростях (при маневрах, наличии предупреждений об ограничении скорости на перегоне), а также при необходимости реализации максимальной силы тяги при отключенной группе двигателей (аварийный режим).

Нормально разгон электровоза предусмотрен на СП и П соединениях тяговых двигателей. Переход с СП соединения на П осуществляется с использованием запирающих диодов. Такой переход не сопровождается разрывом цепи переключаемых тяговых двигателей и появлением контурных токов. (Процессы, происходящие в силовых цепях, описаны в § 80.) Если же разгон электровоза осуществляется на С соединении тяговых двигателей, то переход с С на СП соединение осуществляется с разрывом силовой цепи.

При повороте реверсивно-селективной рукоятки в положение *Вперед М* (*Назад М*) вал реверсора устанавливается в положение, соответствующее выбранному направлению движения, вал тормозного переключателя — в положение моторного режима (*М*), вал режимного переключателя *ПкС* — в положение *СП-П*, а вал группового переключателя *ПкГ* остается в положении *С-СП*.

Так же, как и на электровозе ВЛ10, мощность отдельных секций пусковых резисторов электровоза ВЛ11 значительно увеличена, но в том же габаритном объеме, занимаемом всеми пусковыми рези-

сторами, общее значение сопротивления всех пусковых резисторов уменьшено. Для сохранения характеристики реализации тяговых усилий при таком сопротивлении резисторов на первых четырех позициях предусмотрено ослабление возбуждения. Поэтому при переводе главной рукоятки на 1-ю позицию включаются линейные контакторы и контакторы ослабления возбуждения, в результате чего в каждой секции образуется самостоятельная цепь из четырех последовательно включенных тяговых двигателей (СП) с полностью включенными пусковыми резисторами и наибольшим ослаблением возбуждения тяговых двигателей. При перемещении главной рукоятки с 1-й по 4-ю позицию осуществляется выключение контакторов ослабления возбуждения тяговых двигателей и снятие ослабления возбуждения. Последующее перемещение главной рукоятки контроллера машиниста приводит к выключению реостатных контакторов и постепенному выводу пусковых резисторов до полного их выведения на 21-й ходовой позиции. Дальнейшее увеличение скорости движения на ходовой позиции осуществляется применением ослабления возбуждения. Переход с СП на П соединение осуществляется только при полном возбуждении и перемещении главной рукоятки контроллера машиниста с 21-й на 22-ю позицию. Дальнейшее перемещение главной рукоятки контроллера машиниста приводит к постепенному выводу пусковых резисторов, вплоть до полного их выведения на 37-й ходовой позиции.

Для последовательного соединения тяговых двигателей всех секций реверсивно-селективную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в положение *Вперед МС (Назад МС)*. При этом вал реверсора устанавливается в положение, соответствующее выбранному направлению движения, вал тормозного переключателя — в положение моторного режима, а вал режимного переключателя — в положение, соответствующее последовательному соединению всех двигателей. При установке главной рукоятки контроллера машиниста на 1-ю позицию включаются линейные контакторы, после замыкания которых образуется цепь из последовательно включенных 8 или 12 тяговых двигателей.

Дальнейшее перемещение главной рукоятки контроллера машиниста приводит к выведению пусковых резисторов на 21-й позиции, на которой возможно применение всех четырех ступеней ослабления возбуждения. Для осуществления перехода с С соединения на СП главную рукоятку переводят на нулевую позицию, а затем реверсивно-селективную рукоятку устанавливают в нормальное поездное положение *Вперед М (Назад М)*.

Силовая цепь электровоза в режиме рекуперативного торможения предусматривает все три соединения тяговых двигателей в двух- и трехсекционном исполнении: последовательное соединение тяговых двигателей всех секций, последовательно-параллельное соединение с последовательным соединением якорей четырех двигателей каждой секции и параллельное соединение с двумя параллельными ветвями, в каждой из которых по два последовательно соединенных якоря. Обмотки возбуждения тяговых двигателей получают

независимое питание от преобразователя, установленного на каждой из секций. Как и на электровозах ВЛ10, рекуперативное торможение осуществляется по схеме циклической стабилизации со смешанным возбуждением. Предусмотрено 15 позиций регулирования тормозной силы за счет ступенчатого регулирования возбуждения генераторов преобразователей. Выбор соединения тяговых двигателей определяется в зависимости от скорости движения. Цепи тока рекуперации и тока возбуждения во многом аналогичны таким же цепям электровоза ВЛ10.

На каждой секции электровоза ВЛ11 установлено по два отключателя тяговых двигателей, посредством которых можно дистанционно отключить соответственно *I*, *II* или *III*, *IV* тяговые двигатели. Для отключения пары тяговых двигателей реверсивно-селективную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в нулевое положение, а затем на специальном устройстве в кабине, из которой ведется управление, переключают соответствующий тумблер. При отключенной паре двигателей можно собрать цепь последовательно соединенных исправных двигателей двух или трех секций, для чего реверсивно-селективную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в положение *МС*, а главную рукоятку перемещают с 1-й по 21-ю позицию. При сборе цепей на СП и П соединениях работа исправных двигателей осуществляется следующим образом. При перемещении главной рукоятки с 1-й по 21-ю позицию секция с отключенной парой тяговых двигателей не работает, а с 22-й по 37-ю позицию главной рукоятки исправные двигатели во всех секциях, включая секцию с отключенной парой двигателей, работают на параллельном соединении.

На электровозе ВЛ11 аппараты управления рассчитаны на питание постоянным током напряжением 50 В. Все межсекционные провода обозначены буквой Э, а внутрисекционные — Н. Управление электровозом ВЛ11, осуществляемое контроллером машиниста и кнопочными выключателями, практически мало отличается от соответствующих операций по управлению электровозом ВЛ10. Имеющиеся отличия связаны с особенностями схемы и размещением оборудования. При работе электровоза ВЛ11 в двухсекционном исполнении обычно поднимают только токоприемник задней по ходу электровоза секции, а в трехсекционном исполнении должны быть подняты как минимум два токоприемника (обычно второй и третьей секций). При включении кнопки *Токоприемники* питание подается на защитные вентили всех секций. Для подъема токоприемников на первой, второй и третьей секциях включают соответственно кнопки *Токоприемник I*, *Токоприемник II* и *Токоприемник III*. При работе двух электровозов (четырех секций) по системе многих единиц при включении кнопки *Токоприемник I* поднимаются токоприемники первой и третьей секций, а при включении кнопки *Токоприемник II* — второй и четвертой.

Мотор-компрессоры включают на всех секциях одновременно кнопкой *Компрессоры*. Мотор-вентиляторы могут работать на высокой или низкой частоте вращения на всех секциях. На высо-

кой частоте вращения двигатели всех секций подключаются параллельно к контактной сети, а на низкой при двух- или трехсекционным исполнении электровоза двигатели соответственно двух или трех вентиляторов включаются последовательно. При соединении трех двигателей параллельно обмоткам возбуждения каждого из них подключается шунтирующий резистор, что соответствует режиму работы двигателей вентиляторов с 50%-ным ослаблением возбуждения. При двухсекционном исполнении двигатели вентиляторов работают при полном возбуждении. Управление быстродействующими выключателями производят двумя кнопками *БВ* и *Возврат БВ*. Одновременно с включением быстродействующих выключателей восстанавливаются и быстродействующие контакторы, если они были отключены. Нормально эти контакторы (БК) находятся во включенном положении. Отключающая катушка БК включена параллельно одной из катушек индуктивного шунта. При коротком замыкании на этой катушке резко повышается напряжение и по отключающей катушке БК проходит большой ток. Силовой контакт БК отключается и в отключенном положении удерживается защелкой. При включении кнопки *Возврат БВ* на эту катушку подается питание и БК восстанавливается.

§ 83. Электрические схемы электровоза ВЛ23

При подготовке цепей электровоза к работе на панели управления 77 (рис. 266 *) включают рубильники аккумуляторной батареи и усиленного заряда батареи, переключатель генераторов должен быть установлен в верхнее положение (*Генератор I*). При этом напряжение подается по цепи: плюс аккумуляторной батареи, предохранитель на ток 50 А, левый нож рубильника аккумуляторной батареи, правый нож рубильника усиленного заряда батареи и далее через предохранители на провода *Н21, Н4, Н3, Н41, Н47, Н25*. После включения *ВУ 139 (140)* напряжение будет подведено к кнопке *БВ* на кнопочном щитке *141 (142)* и к контроллеру машиниста по проводу *Н1 (Н2)*.

Подъем токоприемника. При включении кнопки *Пантографы* на щитке *141 (142)* образуется цепь: провод *Н47*, контакты кнопки *Пантографы*, провод *49*, размыкающая блокировка *68* шинного разъединителя, провод *49А*, низковольтная катушка вентильной защиты *119*. Вентиль возбуждается и открывает доступ сжатого воздуха к пневматическим блокировкам дверей *ВВК* и люка на крышу. При закрытых дверях и люке воздух проходит через пневматические блокировки к клапанам токоприемников. Двери и люк с этого момента будут заблокированы.

При включении кнопки *Пантограф задний* или *Пантограф передний* образуется цепь: контакты включенной кнопки, провод *38* или *39*, контакты кнопки *Пантограф II* или *Пантограф I* на щитке *145*, провод *38А* или *39А*, катушка вентильного клапана *170* или *169*, корпус кузова. Токоприемник задний или передний поднимается.

При соприкосновении полоза токоприемника и контактного провода напряжение подается на вольтметры 117 и 116 (рис. 267), катушки счетчика 127, нулевого реле 124 и высоковольтную катушку вентили защиты 119. При включении нулевого реле замыкается его замыкающая блокировка в цепи удерживающей катушки БВ.

Схема электровоза ВЛ23 предусматривает работу электровозов по системе многих единиц. Для этого объединяют цепи одноименных аппаратов двух электровозов, чем обеспечивается их одновременная работа. Действие ряда приводов аппаратов зависит от направления движения электровоза (реверсоры, токоприемники, песочницы). При любом сочетании концов электровозов, соединенных для работы по системе многих единиц, должно быть выполнено согласование работы этих аппаратов. Чтобы обеспечить такое согласование, производят перекрещивание парных проводов в розетке второго конца электровоза и в межэлектровозных соединениях. Согласованное действие приводов токоприемников на обоих электровозах обеспечивается перекрещиванием проводов 38 и 39 (см. рис. 266 *).

Включение КВЦ. Цепи вспомогательных машин получают питание после включения контактора 67 кнопкой *КВЦ* на щитке 141 (142). Напряжение по проводу 44 через добавочный резистор подается на катушку дифференциального реле 97, а через размыкающую блокировку контактора 67 на красные сигнальные лампы, установленные в кабине и показывающие, что КВЦ не включен. Кратковременным нажатием кнопки *Возврат реле* питание подается на удерживающую катушку дифференциального реле по проводу 48 в обход добавочного резистора. Ток в цепи катушки дифференциального реле увеличивается, увеличивается магнитный поток и якорь реле притягивается, замыкая контакты 97 в цепи катушки КВЦ. Ток в этой цепи ограничен добавочным резистором, поэтому КВЦ пока не включается. После отключения кнопки *Возврат реле* дифференциальное реле 97 остается включенным, хотя в цепь катушки этого реле будет вновь введен резистор, так как при притянутом якоре магнитный поток остается достаточным, чтобы удерживать якорь. Затем, включив кнопку *Возврат КВЦ*, напряжение по проводу 47 будет подано на катушку КВЦ 67 в обход добавочного резистора *P101-P102* и КВЦ включится. При этом гаснут красные лампы КВЦ и загораются зеленые.

Через замыкающую блокировку 67 напряжение по проводу 46 подается к кнопкам *Компрессоры*, *Низкая скорость вентиляторов*, *Высокая скорость вентиляторов*, *Печи I группы*, *Печи II группы*.

Наличие красных и зеленых сигнальных ламп обусловлено возможностью работы электровозов ВЛ23 по системе многих единиц. Красные лампы ведущего и ведомого электровозов соединяются проводом 43. При отключении КВЦ на ведомом электровозе от провода 44 через размыкающую блокировку 67 этого электровоза по проводу 43 напряжение будет подано на красные лампы ведомого и ведущего электровозов. На ведущем электровозе будут получать питание и красные, и зеленые лампы. При отключении КВЦ только

на ведущем или на обоих электровозах загораются красные лампы, а зеленые — гаснут. Таким же образом сигнализируется включение БВ, вентиляторов.

Включение двигателей компрессоров. Для пуска компрессоров нужно включить кнопку *Компрессоры* на щитке 141 (142). Тогда через контакты кнопки *Компрессоры* проводом 40 напряжение будет подведено к контактам регулятора давления 168. Если контакты замкнуты, то по проводу 52 напряжение подается к контактам кнопок *Компрессор I* и *Компрессор II* на щитке параллельной работы. Нормально эти кнопки должны быть включены и через них напряжение по проводам 52А и 52В подается к катушкам контакторов 91 и 92, которые подсоединяют двигатели компрессоров к высокому напряжению. В дальнейшем включение и выключение компрессоров производится автоматически контактами регулятора давления в зависимости от давления в главном резервуаре.

Включение двигателей вентиляторов. При включении кнопки *Высокая скорость вентиляторов* напряжение по проводу 54 подводится к катушке вентилей ПВ-В переключателя вентиляторов. Вал переключателя вентиляторов поворачивается в положение, при котором двигатели вентиляторов образуют две параллельные цепи. Блокировки ПВ-В замыкаются, а ПВ-Н размыкаются и напряжение по проводу 54 подается на катушку контактора 90. Контакт 90 включается и подсоединяет цепи двигателей вентиляторов к высокому напряжению. Блокировочные контакты контактора 90 замыкают цепь красных сигнальных ламп и замыкают цепь зеленых сигнальных ламп (в каждой кабине будет включено по одной лампе). Размыкающая блокировка контактора 90 размыкает цепь питания катушки вентилей ПВ-В переключателя вентиляторов.

При включении кнопки *Низкая скорость вентиляторов* по проводу 53 питание получает катушка вентилей ПВ-Н. Вал переключателя устанавливается в положение, при котором силовые контакты его соединяют два двигателя в одну последовательную цепь. Через замкнувшуюся блокировку ПВ-Н питание подается на катушку контактора 90. Контакт 90 включается и подсоединяет цепь двигателей вентиляторов к высокому напряжению, а блокировки контактора переключают цепи сигнальных ламп. В каждой кабине загорится еще одна зеленая лампа, которая получит питание от генератора управления Г2 по проводу Н14.

Блокировки ПВ-В и ПВ-Н переключают также и цепи генераторов. В первом случае собираются цепи только одного генератора. Во втором случае обмотки якореи генераторов соединяются последовательно и образуются цепи питания обмотки возбуждения и катушек регуляторов напряжения обоих генераторов.

Включение быстродействующего выключателя. При включении кнопки БВ на щитке 141 (142) создается цепь: провод Н0, выключатель ВУ, предохранитель 139 (140), провод Н1 (Н2), контакты кнопки БВ, провод 45К, резистор сопротивлением 300 Ом, катушка дифференциального реле 96, корпус кузова. Ток в цепи этой катушки ограничен добавочным резистором и реле 96 не включается.

От провода 45К через размыкающую блокировку БВ 66 напряжение будет подано также на красные сигнальные лампы.

Кратковременным нажатием кнопки *Возврат БВ* напряжение по проводу 32А (32Б) через контакторный элемент контроллера машиниста, замкнутый на нулевой позиции, по проводу 32 подается на катушки вентилей *Возврат БВ* и дифференциального реле 96. Дифференциальное реле включается и своими контактами замыкает цепь удерживающей катушки БВ. Вентиль *Возврат БВ* выпускает сжатый воздух в цилиндр привода БВ. Быстродействующий выключатель включается, блокировки его меняют положение на обратное. Цепь красных сигнальных ламп размыкается, а зеленых — замыкается.

При выключении кнопки *Возврат БВ* в цепи катушек дифференциального реле 96 и вентилей *Возврат БВ* будет вновь введен добавочный резистор, ограничивающий ток в этих цепях. Ограничение тока не приводит к отключению дифференциального реле, а для возбуждения вентилей *Возврат БВ* ток станет недостаточным. Вентиль *Возврат БВ* выпустит сжатый воздух из цилиндра привода БВ и силовые контакты БВ замыкаются.

При работе по системе многих единиц на электровозе ВЛ23 имеется возможность включать БВ на двух электровозах или только на одном, ведущем электровозе. При соединении электровозов для работы по системе многих единиц на ведомом электровозе заранее включают кнопку *Двойная тяга* на щитке 141(142). Если нужно включить БВ на двух электровозах, то на ведущем электровозе сначала включают кнопку *Двойная тяга*, а затем — кнопки *БВ* и *Возврат БВ*.

При включении кнопки *БВ* на ведущем электровозе получают питание цепи, как при работе одного электровоза. На ведомом электровозе напряжение будет подано на провод 45К и аналогичные цепи через кнопки *Двойная тяга* обоих электровозов, соединенные проводом 41. При включении кнопки *Возврат БВ* от провода 32А (32Б) ведущего электровоза получит питание через КЭ контроллера провод 32 на ведущем и ведомом электровозах.

Если нужно включить БВ только на ведущем электровозе, то перед включением кнопок *БВ* и *Возврат БВ* выключают кнопку *Двойная тяга* на щитке 141(142). При вводе электровоза в депо на пониженном напряжении включают шинный разъединитель 68, блокировка которого шунтирует контакт нулевого реле 124.

Первая позиция. После включения ВУ, БВ и установки реверсивной рукоятки в положение *Вперед (Назад)*, а главной рукоятки контроллера машиниста на 1-ю позицию замыкаются контакторные элементы контроллера в цепи проводов 1(2), Н1(Н2), 6, 7, 26. Провод 26 соединяется с кузовом электровоза, а от провода Н1 (Н2) напряжение подается на провода 1(2), 6, 7. При этом включаются линейные контакторы 8, 16 (см. рис. 266*, 267), а также возбуждаются вентили 86, 88 и 89. Вентиль 88 дает сжатый воздух приводам контакторов 4, 5, 13, а вентили 86, 89 подводят сжатый воздух к остальным реостатным контакторам за исключением кон-

такторов 21 и 22, которые имеют постоянный подвод воздуха. После поворота вала реверсора в заданное положение образуется цепь: провод 1 (2), блокировки реверсора *Вн. (Наз.)* и БВ 66, катушки вентилей линейных контакторов 1 и 18, блокировка КСП-С группового переключателя, провод 26, КЭ контроллера машиниста, корпус кузова. Контактors 1 и 18 включаются, заканчивая сбор силовой цепи тяговых двигателей. Все шесть тяговых двигателей будут соединены последовательно. При включении контактора 1 замыкается его замыкающая блокировка, через которую катушка его вентилей будет на всех позициях постоянно соединена с корпусом кузова.

Выведение пусковых резисторов и переходы с последовательно на последовательно-параллельное соединение и с последовательно-параллельного на параллельное. При перемещении главной рукоятки с 1-й по 23-ю позицию осуществляется согласно развертке главного вала контроллера постепенное уменьшение сопротивлений пусковых резисторов. Так, например, на 2-й позиции напряжение подается по проводу 24 на катушку вентилей реостатного контактора 22, который включается и шунтирует секцию резистора *P15-P16*. На 3-й позиции напряжение по проводу 23 подается на катушку вентилей реостатного контактора 21, который включается и шунтирует секцию пускового резистора *P14-P15* и т. д. На 23-й ходовой позиции все реостатные контакторы (за исключением контактора 3) будут включены, так как на катушки этих контакторов по соответствующим проводам будет подано напряжение, и все пусковые резисторы будут выведены. На 23-й позиции напряжение подается на провод 10, а от него через блокировку ОД на катушку вентилей линейного контактора 7. Контактор 7 включается и через его замыкающую блокировку напряжение подается на катушку вентилей линейного контактора 9. При включении линейных контакторов 7 и 9 подготавливаются цепи двух отдельных групп резисторов для работы на последовательно-параллельном соединении.

При перемещении главной рукоятки с 23-й на 24-ю позицию катушки вентилей 86, 89, 88, контактора 8 и реостатных контакторов теряют питание за исключением вентилей контакторов 21 и 22.

Выключение реостатных контакторов обеспечивает ввод пусковых резисторов, что является I переходной ступенью. На 24-й позиции напряжение через провод 5 подается на катушки вентилей В1 и ВКВ привода группового переключателя. Вал группового переключателя начинает поворачиваться в положение последовательно-параллельного соединения. На II переходной ступени включается контакторный элемент 24, который шунтирует переходным резистором *P37-P38* тяговые двигатели V, VI, IV, подключая тяговые двигатели I, II, III к «земле». На III переходной ступени выключается КЭ 30, отсоединяющий зашунтированные тяговые двигатели от работающих двигателей I, II и III. В конце поворота вала группового переключателя включаются контакторные элементы 25, 31 и 32 (IV переходная ступень). Контакторный элемент 25 закорачивает переходной резистор *P37-P38*, а контакторные элементы под-

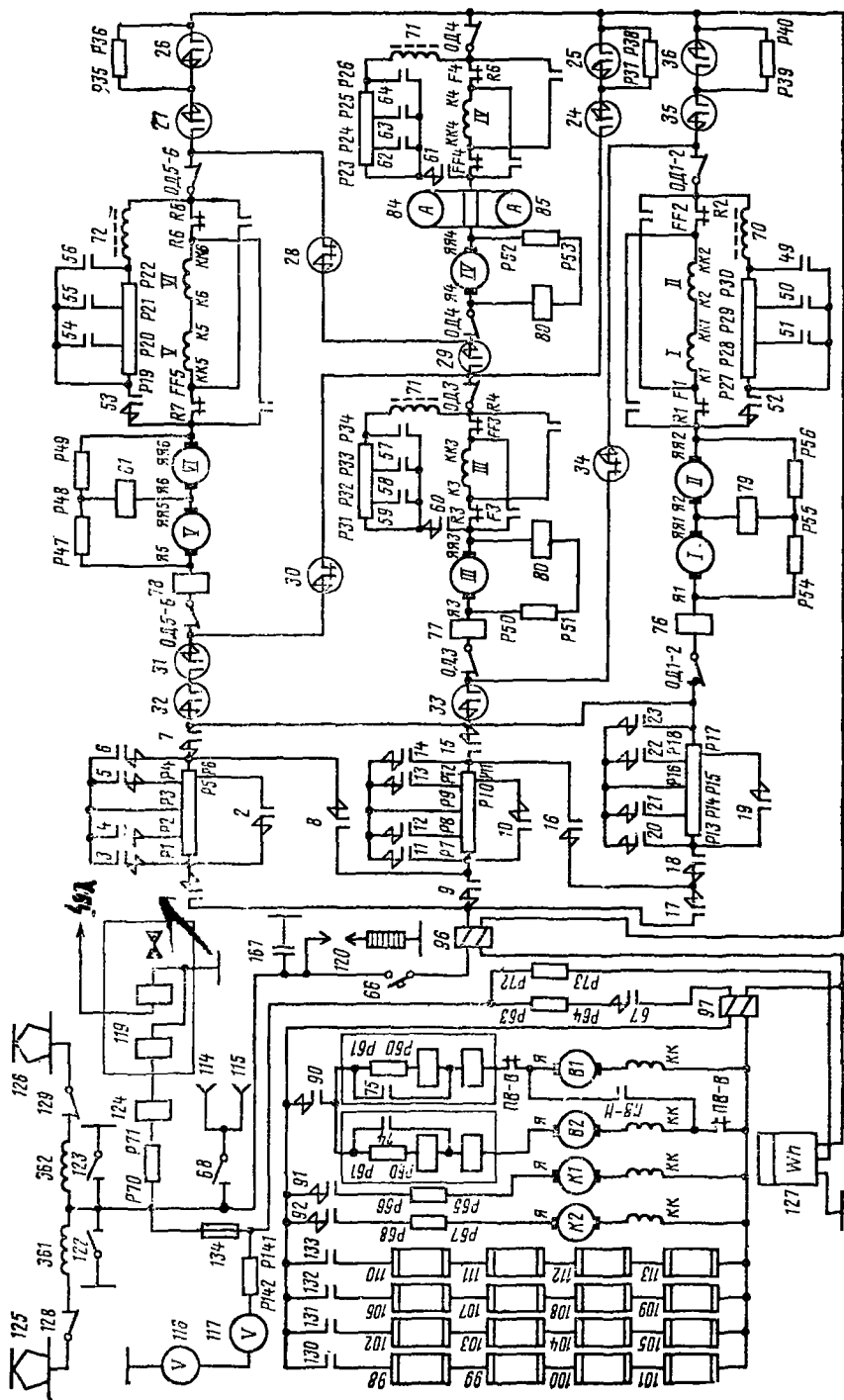


Рис. 267. Схема силовых цепей электровоза ВЛ23

соединяют тяговые двигатели *V*, *VI* и *IV* к напряжению контактной сети. Одновременно замыкаются блокировки *КСП-СП* и *КСП-СП-П*, а блокировки *КСП-С* размыкаются.

При размыкании блокировок *КСП-С* прекращается подача напряжения на катушку вентиля *ВКВ* группового переключателя, в результате чего сжатый воздух поступает в левую полость цилиндра привода. Это предусмотрено для более точного фиксирования вала группового переключателя в положении последовательно-параллельного соединения. От провода 5 через блокировку *КСП-СП* напряжение подводится к катушкам вентилях 86, 89, а от провода 3 через блокировку *КСП-СП-П* — к катушке вентиля 88. Возбуждение этих вентилях позволяет с 24-й по 37-ю позицию включительно осуществлять постепенный вывод пусковых резисторов. Тяговые двигатели на последовательно-параллельном соединении образуют две параллельные цепи, в каждой из которых включено по три двигателя последовательно. На 38-й позиции все пусковые резисторы будут выведены и осуществлена подготовка к переходу на параллельное соединение включением контактора 15. При этом размыкающая блокировка 15 разрывает цепь провода 5, но вентиль *В1* остается под напряжением, так как через замыкающую блокировку контактора 15 он будет соединен с проводом 8. Блокировка контактора 15 в цепи провода 1 дает питание на катушку вентиля контактора 17, который включается. Контакторы 15 и 17 в силовой схеме подготавливают образование трех параллельных групп пусковых резисторов.

При перемещении главной рукоятки с 38-й на 39-ю позицию теряют питание провода 5 и 7 и ряд проводов, связанных с реостатными контакторами. При снятии напряжения с провода 7 отключается контактор 16, который отсоединяет вторую группу резисторов от третьей, а при снятии напряжения с провода 5 отключаются вентили 86 и 89. Реостатные контакторы, получавшие воздух через эти вентили, отключаются и в цепи тяговых двигателей вводится часть пусковых резисторов. Остаются выведенными секции резисторов, шунтированные контакторами 4, 5, 13, 21 и 22 (1 переходная ступень).

На 39-й позиции по проводу 4 получают питание вентили *В2* и *ВКВ* привода группового переключателя (вентиль *В1* продолжает получать питание по проводу 8 через замыкающую блокировку контактора 15). При возбужденном состоянии всех этих вентилях малые поршни привода группового переключателя перемещаются в крайнее (левое) положение и вал переключателя поворачивается в положение *П* соединения.

В начале поворота вала замыкаются контакторные элементы 27 и 35, которые шунтируют тяговые двигатели *IV* и *III* переходными резисторами (II переходная ступень). На III переходной ступени размыкаются контакторные элементы 24, 28 и 34, которые отключают тяговые двигатели *III* и *IV* от цепи. На IV переходной ступени замыкаются контакторные элементы 26, 29, 33 и 36, которые соединяют тяговые двигатели *III* и *IV* в одну цепь и подключают ее

к уравнительному соединению и шунтируют переходные резисторы. В этот момент замыкается блокировка *КСП-П* в цепи провода 4, через которую питание подается на катушки вентилях 86 и 89. Вентили включаются и открывают доступ сжатого воздуха к реостатным контакторам. При этом образуются три параллельные цепи тяговых двигателей.

Ослабление возбуждения тяговых двигателей. На ходовых позициях 23, 38 и 48-й при установке рукоятки ослабления возбуждения контроллера машиниста 175(176) на позицию *ОП1* напряжение через сегменты барабана ослабления возбуждения, провод 31, блокировку 59 подается на катушки вентилях контакторов 60 и 52. Эти контакторы и ведомые контакторы 61 и 53 включаются. Они подключают параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей шунтирующие ветви, состоящие из резисторов ослабления возбуждения и индуктивных шунтов, что уменьшает возбуждение двигателей до 75%. При включении контактора 60 его блокировка замыкается в другой цепи питания катушек вентилях контакторов первой ступени ослабления возбуждения. В эту цепь включены блокировки реле перегрузки 76, 77 и 78. Назначение этой цепи такое же, как и на электровозах ВЛ10 и ВЛ8.

На позиции *ОП2* от провода 30 возбуждаются катушки педущих контакторов 51 и 59, вместе с которыми включаются и ведомые контакторы 54 и 62, которые выводят часть секций резисторов ослабления возбуждения и возбуждение тяговых двигателей уменьшается до 55%. При включении контактора 59 размыкается его размыкающая блокировка и цепь контакторов 60 и 52 (61 и 53) будет получать питание только через блокировки реле перегрузки тяговых двигателей.

При установке рукоятки на позицию *ОП3* напряжение подается на провод 29 и включаются контакторы 50, 55, 58 и 63. Возбуждение тяговых двигателей уменьшается до 43%. На позиции *ОП4* напряжение подается на провод 28, в результате чего включаются контакторы 49, 56, 57, 64 и все шунтирующие резисторы будут выведены. Возбуждение тяговых двигателей снижается до 36%. В шунтирующих ветвях ток ограничивается в этом случае только омическим сопротивлением обмоток индуктивных шунтов.

Обратное перемещение главной рукоятки контроллера машиниста. При перемещении главной рукоятки контроллера с позиций высшего соединения на позицию низшего соединения действие цепей осуществляется в обратном порядке. При переводе главной рукоятки с 39-й на 38-ю позицию напряжение снимается с провода 4, а следовательно, с вентилях В2, ВКВ, 86 и 89. Так как к вентилям реостатных контакторов 2, 3, 6, 10, 11, 12, 14, 19, 20 и 23 воздух не будет подводиться, то эти контакторы отключатся, несмотря на то, что питание на катушки вентилях их будет подано. Это обеспечивает введение пусковых резисторов в цепи тяговых двигателей на все время перехода. Вал группового переключателя при снятии питания с вентилях В2 и ВКВ повернется из положения параллельного в положение последовательно-параллельного соединения.

Переключение силовых контакторных элементов осуществляется в обратном порядке. При завершении поворота вала переключателя замыкаются его блокировки *КСП-СП* и *КСП-С-СП*. От провода 5 напряжение будет подано на катушки вентилей 86 и 89, а от провода 7 — на катушку вентиля контактора 16. Контактор 16 включится и соединит вторую группу резисторов с третьей, а блокировочные вентили пропустят сжатый воздух к реостатным контакторам. Блокировка контактора 16 отсоединит провод 0 от катушки вентиля контактора 15, но на 38-й позиции эта катушка будет получать питание от провода 8 и контактор 15 будет оставаться во включенном положении.

При переводе главной рукоятки на какую-либо из реостатных позиций контакторы 15 и 17 отключаются, так как провод 8 теряет питание.

При перемещении главной рукоятки с 24-й на 23-ю позицию снимается напряжение с проводов 5 и 3. При этом отключаются вентили 86, 89, 88 и В1. Блокировочные вентили 86, 89 и 88 перекрывают доступ сжатого воздуха ко всем реостатным контакторам (за исключением контакторов 21 и 22), которые отключаются и вводят пусковые резисторы в цепи тяговых двигателей.

При отключении вентиля В1 привода группового переключателя вал переключателя производит переключение контакторных элементов в обратном порядке. По окончании поворота вала замыкаются блокировки *КСП-С*. При этом получают питание катушки вентилей 86, 89, 88 и катушка вентиля контактора 8, который подсоединит первую группу резисторов к двум другим группам. Блокировка контактора 8 в цепи проводов 0—10 служит для исключения возможности полного разрыва силовой цепи контакторами 7 и 9 до включения контактора 8 при перемещении рукоятки контроллера на реостатные позиции С соединения. На реостатных позициях с провода 10 будет снято напряжение, но катушка вентиля контактора 7 будет оставаться под напряжением, получая питание через блокировку контактора 8 от провода 0. И только после включения контактора 8 выключаются контакторы 7 и 9.

Действие схемы при отключении неисправного двигателя. В случае повреждения какого-либо из тяговых двигателей его (или пару двигателей) отсоединяют от остальных двигателей соответствующими ножами отключателя двигателей. Движение электровоза в этом случае возможно только на последовательно-параллельном (работают три двигателя) или параллельном соединении (работают четыре двигателя, соединенные в две параллельные ветви). При выключении любой пары тяговых двигателей отключателями в цепях управления изменяется положение блокировок ОД. В результате этого на последовательно-параллельном соединении все три группы пусковых резисторов будут соединены последовательно, а на параллельном соединении будут включены только две группы резисторов (первая и третья). Ослабление возбуждения на 38-й и 48-й позициях можно применять и при отключенной части тяговых двигателей.

Действие защиты. При коротком замыкании во вспомогательных цепях срабатывает дифференциальное реле вспомогательных цепей, которое размыкает свой контакты 97 в цепи катушки контактора 67. Происходит это при небалансе токов 50 А. Контактор 67 выключается и отсоединяет вспомогательные цепи от контактной сети; зеленые сигнальные лампы в кабинах машиниста гаснут, а красные — загораются. Для восстановления защиты поочередно кратковременно включают кнопки *Возврат реле* и *Возврат КВЦ*.

При коротком замыкании в цепи тяговых двигателей, когда небаланс токов достигнет 100 А, отпадает якорь реле 96 и его контакты размыкают цепь питания удерживающей катушки БВ. Быстродействующий выключатель отсоединяет цепи тяговых двигателей от контактной сети. Для восстановления цепей главную рукоятку контроллера машиниста ставят на нулевую позицию, кратковременно нажимают на кнопку *Возврат БВ* и снова набирают позиции. При перегрузке тяговых двигателей, когда ток достигает 625 А, срабатывает реле перегрузки 76, 77 или 78. При этом замыкающие блокировки этих реле замкнут цепь красных сигнальных ламп, а размыкающие разомкнут цепь катушек вентиляторов контакторов первой ступени ослабления возбуждения. Если цепи работали в режиме ослабленного возбуждения, то он будет снят. Только на первой ступени ослабления возбуждения при срабатывании реле перегрузки этот режим не снимается, так как блокировки реле перегрузки в этом случае зашунтированы размыкающей блокировкой контактора 59. При понижении напряжения в контактной сети ниже 500 В происходит отпадание якоря реле пониженного напряжения 124 (нулевого реле). Контакты этого реле размыкают цепь питания удерживающей катушки БВ и цепи разбираются. При буксовании одного из тяговых двигателей срабатывают реле буксования 79, 80 или 81, контакты которых замыкают цепь сигнальных ламп и цепь вентиля песочницы 155 или 156.

§ 84. Электрические схемы электровоза ЧС2 *

Схемы электровоза ЧС2 выполнены таким образом, что подъем токоприемников возможен только при закрытых съёмных щитах высоковольтной камеры и закрытой лестнице на крышу, выключенном заземлителе 005 и включенном положении хотя бы одного из крышевых разъединителей 003 или 004.

Включение разъединителей. Для включения крышевых разъединителей 003 и 004 (рис. 268) на распределительном щите включают разъединитель 805 батареи, а в одной из кабин машиниста выключатель управления 305 или 306. Напряжение от аккумуляторной батареи 803 будет подано в цепь: «плюс» батареи, разъединитель

* В этом разделе описывается схема электровозов с № 877 по 944. Описание может быть использовано и для изучения схемы электровозов более ранних выпусков (с № 572 по 874).

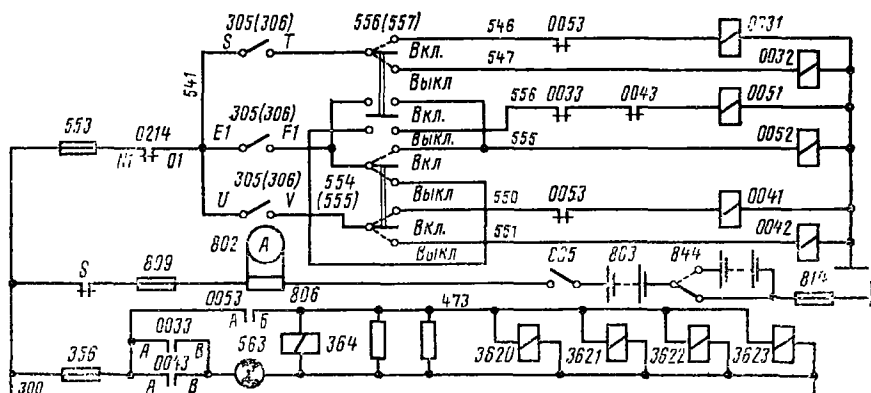


Рис 268. Схема цепей управления разъединителями электровоза 1С2

805, шунт 806 амперметра, предохранитель 809, контактор S распределительного щита, провод 300, предохранитель 553, блокировочный контакт N1-O1 0214, провод 541 (см. рис. 268, 273 *), контакты S-T, E1-F1, U-V выключателя управления 305 (306), провода 545 (549), 553 (554), 544 (548). После этого переключатели 556 (557) и 554 (555) устанавливают в положение Вкл. Через контакты этих переключателей подается напряжение на провода 555, 550 и 546. От провода 555 напряжение подводится к катушке вентиля 0052 привода заземлителя 005 (см. рис. 268, 273* и 274) и заземлитель устанавливается в разомкнутое положение. Блокировки 0053 заземлителя замыкаются в цепи питания катушек вентилях 0031 и 0041 приводов разъединителей 003 и 004. Вентили 0031 и 0041 возбуждаются и разъединители устанавливаются в замкнутое положение.

Если требуется отключить крышевой разъединитель 003, то нужно переключатель 556 (557) установить в положение Выкл. При этом напряжение будет снято с катушки вентиля 0031 привода разъединителя 003 и подано на катушку вентиля 0032. Крышевой разъединитель 003 выключится. Если переключатель 554 (555) установить в положение Выкл., то напряжение будет снято с катушки вентиля 0041 и подано на катушку вентиля 0042 привода разъединителя 004 и он выключится. В этих случаях, т. е. при необходимости отключения одного из разъединителей, напряжение будет подано на катушку вентиля 0052 привода заземлителя 005 и он остается в разомкнутом положении.

Если выключают оба крышевых разъединителя 003 и 004, то через их размыкающие блокировки 0033 и 0043 напряжение будет подано на катушку вентиля 0051 привода заземлителя, а с катушки вентиля 0052 напряжение будет снято и заземлитель 005 устанавливается в замкнутое положение. Контакты переключателей 556 (557) и 554 (555) и блокировки 0033 и 0043 разъединителей обеспе-

чивают подачу питания в цепь катушки вентиля 0051 привода заземлителя только при выключенном положении обоих переключателей и выключенном положении разъединителей.

Крышевые разъединители 003 и 004 могут переключаться только при выключенном быстродействующем выключателе 021, когда замкнута его блокировка *N1-O1 0214* в цепи питания катушки вентилей разъединителей. При включении разъединителей загорается сигнальная лампа 563, которая получает питание через блокировку *A-B 0033* или 0043 разъединителя. Блокировка *A-B 0053* заземлителя 005 в цепи катушек электромагнитных защелок будет разомкнута и катушки защелок 3620, 3621, 3622 и 3623 получать питания не будут. При таком положении защелок съемные щиты высоковольтной камеры будут заблокированы. При замкнутом положении заземлителя его блокировка *A-B 0053* будет замкнута и катушки электромагнитных защелок получают питание, создавая возможность снимать щиты высоковольтной камеры.

Подъем токоприемников. При включении в первой (во второй) кабине выключателя 350 (352) Токоприемник II (рис. 269) напряжение будет подано от аккумуляторной батареи через предохранитель 356, замкнутую блокировку *A-B 0033* или 0043 крышевого разъединителя, размыкающую блокировку *L-M 0053* заземлителя, блокировки щитов высоковольтной камеры 3600—3607, блокировку лестницы на крышу 361, контакты *Стоп* выключателя экстренного торможения 345 (346) и выключатель управления 305 (306) на катушку вентиля клапана токоприемника 939. Токоприемник 002 поднимется. Для подъема токоприемника 001 необходимо подать напряжение на катушку вентиля клапана токоприемника 938, включив выключатель 351 (353) Токоприемник I.

При отсутствии сжатого воздуха перед подъемом токоприемника включают вспомогательный компрессор выключателем 816. Цепь питания двигателя 817 этого компрессора: «плюс» аккумуляторной батареи, разъединитель 805 батареи, шунт 806 амперметра, предохранители 809 и 815, выключатель 816, двигатель 817, провод 499, предохранитель 814, переключатель 844, «минус» аккумуляторной батареи (см. рис. 273 *).

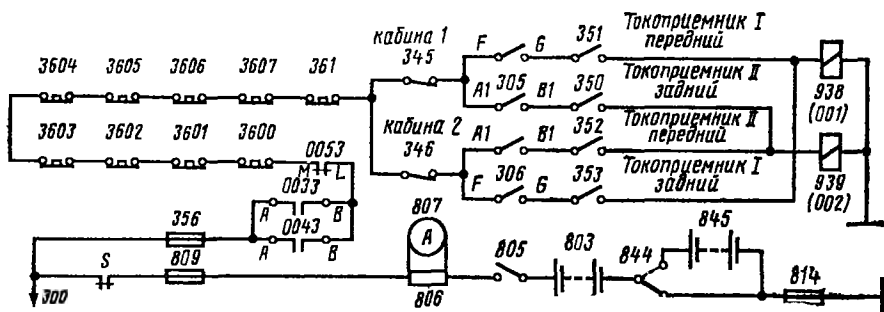


Рис. 269. Схема цепей управления токоприемниками электровоза ЧС2

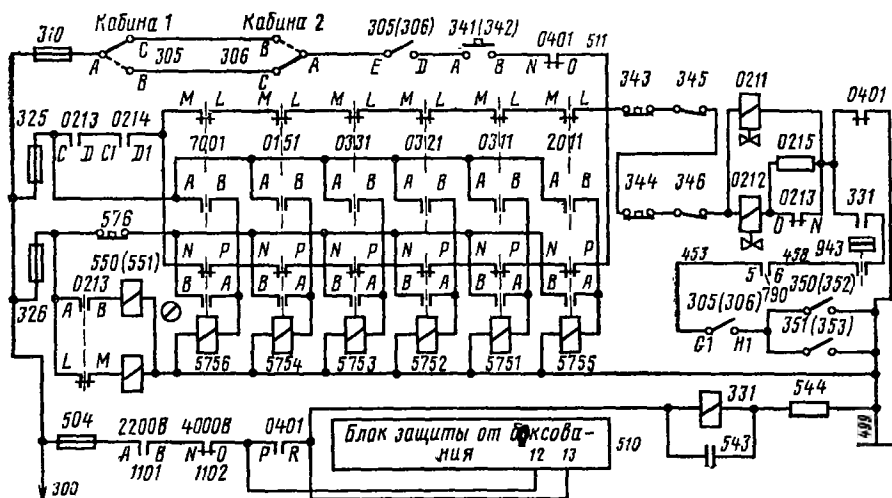


Рис. 270. Схема цепей управления быстродействующим выключателем электрова- за ЧС2

Включение быстродействующего выключателя. При включении выключателя управления 305 (306) напряжение к кнопке 341 (342) (рис. 270) включения быстродействующего выключателя подается по цепи: провод 300, предохранитель 310, контакты А-В включенного выключателя управления 305, контакты С-А выключенного ВУ 306 (если управление осуществляется из первой кабины) или контакты А-С выключенного ВУ 305, контакты В-А включенного ВУ 306 (если управление осуществляется из второй кабины), контакты Е-Д ВУ 305 (306), провод 390 (391) (см. рис. 270, 273*). При включении кнопки 341 (342) *Быстродействующий выключатель* включен через контакты этой кнопки, блокировочные контакты N-O 0401, замкнутые на нулевой позиции вала главного переключателя 040 (см. рис. 270, 273*, 274), провод 511, контакты Р-Н блинкерных сигнализаторов 5755, 5751-5754, 5756, блокировочные контакты М-Л 7001 реле перегрузки 700 отопления поезда, 0151 дифференциального реле 015 цепи тяговых двигателей, 0331, 0321, 0311 реле перегрузки 033, 032 и 031 тяговых двигателей, 2011 дифференциального реле 201 вспомогательных цепей, кнопки 343, 344 выключателя экстренного торможения напряжения подается на параллельно включенные катушки включающего 0211 и удерживающего 0212 магнитов быстродействующего выключателя. При возбуждения катушек 0211 и 0212 быстродействующий выключатель включается.

Размыкающие блокировочные контакты О-N 0213 размыкаются и в цепь удерживающей катушки БВ 0212 вводится добавочный резистор 0215, ограничивающий ток в цепи катушки удерживаю-

щего магнита. Замыкающие блокировочные контакты *C-D 0213* и *C1-D1 0214* быстродействующего выключателя замыкаются и шунтируют контакты *P-N* сигнализаторов *5751-5756* срабатываний реле *201, 031, 032, 033, 015, 700*, контакты *A-B, A-C, E-D* выключателей управления *305 (306)*, контакты кнопки *341 (342)*, блокировочные контакты *N-O 0401* главного переключателя. Блокировочные контакты *C-D 0213* контролируют конечное положение привода быстродействующего выключателя, а контакты *C1-D1 0214* — нажатие силовых контактов БВ, чтобы обеспечить наименьшее переходное сопротивление контактов и предотвратить их повреждение при протекании по ним большого тока. Кнопка *341 (342)* может быть отключена, а цепь питания катушек быстродействующего выключателя останется под напряжением, получая питание от провода *300* через предохранитель *325*. В этой цепи остаются включенными блок-контакты *M-L* реле перегрузки *700* (срабатывает при токе в цепях отопления *250 А*), дифференциального реле *015* цепи тяговых двигателей (срабатывает при небалансе токов *120 А*), реле перегрузки *033, 032, 031* тяговых двигателей (срабатывают при токе в цепях тяговых двигателей *800 А*), дифференциального реле *201* вспомогательных цепей (срабатывает при небалансе токов, равном *5 А*).

При поднятом токоприемнике питание через предохранитель *113* и резистор *114* получает катушка реле напряжения *110*. Если напряжение в контактной сети будет менее *4000 В* и более *2200 В*, то реле *110* будет включено и его контакты *A-B 1101* и *N-O 1102* — замкнуты. При этом образуется цепь тока: провод *300*, предохранитель *504*, замкнутые контакты *A-B* и *N-O* реле напряжения *110*, провод *502*, контакты блока защиты от буксования *310*, провод *505*, катушка промежуточного реле *331*, резистор *544*, провод *499*, «минус» аккумуляторной батареи. Реле *331* включается и замыкает контакт в цепи катушек включающего и удерживающего электромагнитов БВ. После того как вал главного переключателя повернется с нулевой позиции и его блокировка *L-M 0401* разомкнется, цепь питания катушек *0211* и *0212* БВ будет замыкаться через контакты промежуточного реле *331*, автоматического выключателя (АВУ) *943*, которые выключаются при понижении давления в тормозной магистрали ниже *3,5 кгс/см²*, контакты *G1-H1* выключателя управления *305 (306)*, контакты выключателей токоприемников *350 (352)* или *351 (353)*, «минус» аккумуляторной батареи. При напряжении в контактной сети ниже *2200 В* или выше *4000 В* срабатывает реле напряжения *110* и цепь катушки промежуточного реле *331* разрывается, при этом теряют питание катушки *0211* и *0212* быстродействующего выключателя и он отключается. При кратковременных отрывах полоза токоприемника от контактного провода срабатывает реле напряжения *110*, но катушка реле *331* продолжает получать питание от конденсатора *543*, подключенного параллельно катушке, пока полоз токоприемника снова коснется контактного провода и включится реле *110*. В минусовую цепь катушек *0211* и *0212* БВ включены контакты *5-6* реле *790* АЛСН.

При включенном ЭПК катушка промежуточного реле 790 обесточена и контакты 5-6 этого реле в цепи проводов 453-458 будут замкнуты. При срабатывании ЭПК промежуточное реле включается и его контакты разрывают цепь катушек 0211 и 0212, что приводит к отключению быстродействующего выключателя. Быстродействующий выключатель отключается при нажатии на кнопку 343 или 344, отключении выключателей управления 305 (306), токоприемников 350 (352) или 351 (353), экстренного торможения Стоп 345 (346), давления в тормозной магистрали ниже 3,5 кгс/см², напряжении в контактной сети выше 4000 В или ниже 2200 В, буксовании тяговых двигателей, срабатывании реле перегрузки 031, 032, 033 тяговых двигателей, дифференциальных реле 015 и 201, реле перегрузки 700 отопления поезда.

При срабатывании одного из реле 700, 015, 033, 032, 031, 201 через блок-контакты А-В этого реле напряжение подается на катушку соответствующего сигнализатора 5751-5756, по которому можно судить, какое реле сработало. При включении сигнализатора замыкаются его контакты В-А, через которые катушка данного сигнализатора будет подключена к цепи: провод 300, предохранитель 326, контакты кнопки 576 восстановления сигнализатора. Поэтому катушка сигнализатора остается возбужденной и после того, когда защитное реле разомкнет свои контакты А-В в ее цепи. И только при нажатии кнопки 576 восстановления сигнализаторов катушка включенного сигнализатора потеряет питание и положение контактов В-А и N-P этого сигнализатора восстановятся. При невозстановленном сигнализаторе включение быстродействующего выключателя невозможно, так как в цепи питания катушек 0211 и 0212 БВ будет разомкнута блокировка N-P соответствующего сигнализатора.

Включенное и выключенное положения БВ определяют по положению сигнализатора 550 (551). Когда БВ включен, через предохранитель 326 и блокировочные контакты А-В 0213 от провода 300 напряжение подводится к катушке электромагнита, который устанавливает якорь сигнализатора в вертикальное положение. При выключенном БВ напряжение подводится через блокировочные контакты L-M 0213 на катушку другого электромагнита и якорь сигнализатора устанавливается в горизонтальное положение. При отсутствии напряжения в проводе 300 ни одна из катушек электромагнитов питание не получает и якорь сигнализатора под действием пружины устанавливается наклонно.

Цепи управления вспомогательными машинами. Включить вспомогательные машины можно после включения реле тока вспомогательных машин и отопления 400 (рис. 271). При поднятом токоприемнике и нормальном напряжении в контактной сети в цепи реле 400 будут замкнуты контакты выключателя токоприемника 350 (352) или 351 (353), L-M 1102 и C-D 1101 реле напряжения, а после включения БВ — блокировочные контакты А1-В1 0211. Напряжение к катушке реле 400 будет подведено от провода 300 через предохранитель 402. Реле 400 включится и замкнет свои контакты 3-4,

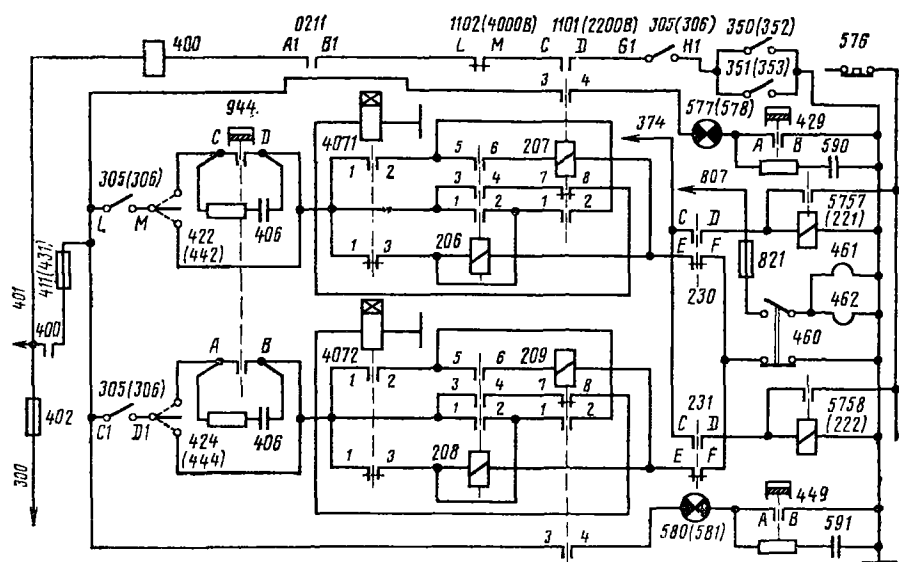


Рис. 271. Схема цепей управления двигателями компрессоров электровоза ЧС2

через которые напряжение будет подано на предохранители вспомогательных машин и отопления.

Для пуска двигателей компрессоров выключатели 422 (442) и 424 (444) компрессоров устанавливают в положение автоматического или ручного управления (*Автоматически*, *Вручную*). Обычно пользуются автоматическим управлением, а ручное управление применяют при неисправном регуляторе давления.

Для включения компрессора № 1 в положение *Автоматически* устанавливают выключатель 422 (442). При этом создается цепь: предохранитель 411 (431), контакты *L-M* выключателя управления 305 (306), контакты выключателя 422 (442), контакты *C-D* регулятора давления 944 (при ручном управлении цепь замыкается, помимо контактов *C-D* регулятора давления 944), контакты 1-3 реле времени 4071, катушка контактора 206, контакты *E-F* теплового реле 230, размыкающие контакты выключателя 460 обогрева картеров компрессоров, провод 499, «минус» аккумуляторной батареи. Контактор 206 включается и подключает двигатель 221 (см. рис. 271, 273* и 274) компрессора № 1 на напряжение контактной сети.

Блокировочные контакты контактора 206 замыкаются и его катушка через блокировочные контакты 1-2 получит питание от провода 415. Через блокировочные контакты 3-4 контактора 206 и размыкающие блокировочные контакты контактора 207 напряжение подводится к катушке реле времени 4071. Это реле примерно через 5 с включится и замкнет контакты 1-2 в цепи питания катушки контактора 207, а контакты 1-3 в цепи катушки контактора 206

разомкнет. Контактор 207 включится и зашунтирует часть пускового резистора в цепи двигателя 221 компрессора № 1. Контактор 206 остается включенным, так как его катушка получает питание через собственные блокировочные контакты 1-2.

При включении контактора 207 блокировочные контакты 1-2 замыкаются и питание на катушку этого контактора будет подаваться от провода 415 через контакты 1-2 контакторов 206 и 207 и 5-6 контактора 206. Размыкающие контакты 7-8 контактора 207 размыкаются и отключают цепь катушки реле времени 4071, а замыкающие контакты 3-4 замыкают цепь сигнальной лампы 577 (578), которая контролирует давление масла в смазочной системе компрессора. В этой цепи включены контакты А-В выключателя давления 429, которые размыкаются при давлении в смазочной системе ниже 2—3 кгс/см². Аналогично включается и двигатель 222 компрессора № 2 выключателем 424 (444).

Выключение двигателя компрессора осуществляется контактами С-Д регулятора давления 944, когда давление воздуха в главных резервуарах увеличится до 9 кгс/см². При давлении ниже 7,5 кгс/см² эти контакты вновь включают цепи контакторов компрессора.

Для уменьшения подгара контактов С-Д и А-В регулятора давления 944 параллельно им подключено разрядное устройство, состоящее из резистора и конденсатора. Такая же цепь подключена параллельно контактам А-В выключателя давления масла. Если компрессор включают установкой выключателя в положение *Вручную*, то при повышении давления в главных резервуарах до 9 кгс/см³ выключатель нужно установить в положение *Выключено*, так как контакты С-Д регулятора давления в этом случае закончены.

В случае возникновения в цепи двигателя компрессора перегрузки срабатывает тепловое реле 230 или 231, которое своими контактами Е-*F* разрывает цепь питания катушек контакторов 206 и 207 или 208 и 209. Через замыкающие контакты С-Д теплового реле напряжение будет подано на катушку 5757 (221) или 5758 (222) сигнализатора, который укажет номер сработавшего реле. После включения сигнализатора замыкается его контакт в цепи питания собственной катушки от провода 300 через кнопку восстановления 576.

Двигатель вентиляторов включают выключателем 420 (440). Напряжение к контактам выключателя подведено от провода 300 через предохранитель 402 (рис. 272), контакты 3-4 реле тока вспомогательных машин и отопления 400, предохранитель 410 (430), контакты N-*P* выключателя управления 305 (306). При включении выключателя 420 (440) образуется цепь: контакты этого выключателя, вентиль, контакты выключающих кнопок 421 и 441, размыкающие контакты 3-1 реле времени 4073, катушка контактора 210, контакты Е-*F* тепловых реле 233 и 232, провод 499, «минус» аккумуляторной батареи. Контактор 210 включится и подсоединит цепи параллельно включенных двигателей вентиляторов к напряжению

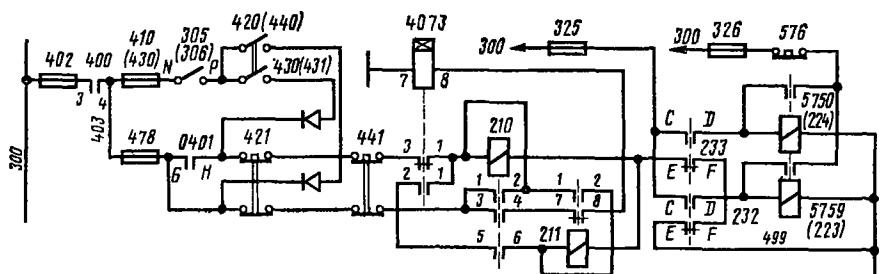


Рис. 272. Схема цепей управления двигателями вентиляторов электровоза ЧС2

контактной сети. Через замыкающие контакты 3-4 контактора 210 и размыкающие контакты 7-8 контактора 211 напряжение будет подведено к катушке реле времени 4073, а через контакты 1-2 контактора 210 — на его собственную катушку от провода 403 через предохранитель 478 и контакты выключающих кнопок 421 и 441 (контактор 210 становится на «самоподхват»).

Реле времени 4073 включится через 5—6 с и через его контакты 1-2 и замыкающие контакты 5-6 контактора 210 получит питание катушка контактора 211. Контактор 211 включится и выведет большую часть пусковых резисторов из цепей двигателей вентиляторов. Размыкающие контакты 7-8 этого контактора разомкнутся и снимут питание с катушки реле времени, а замыкающие 1-2 замкнутся и подсоединят катушку контактора к цепи питания катушки контактора 210. Реле времени 4073 отключается, но никаких изменений в цепях управления двигателями вентиляторов не возникает.

Двигатели вентиляторов включаются и при выключенном выключателе 420 (440) вентиляторов через контакты G-H 0401 главного переключателя 040, как только его вал повернется на 1-ю позицию. При выключенном выключателе 420 (424) и нахождении вала главного переключателя на нулевой позиции отключить контакторы 210 и 211 можно только кнопкой 421 или 441. При срабатывании теплового реле 233 или 232 цепи питания катушек контакторов 210 и 211 также размыкаются контактами этих реле. Через замыкающие контакты C-D реле 233 или 232 напряжение будет подано на катушку 5750 (224) или 5759 (223) сигнализатора, который включится и укажет номер сработавшего реле. После включения сигнализатора замыкается его контакт и катушка сигнализатора станет получать питание через контакты кнопки 576. Катушка сигнализатора будет получать питание по этой цепи и после восстановления теплового реле, когда контакты C-D этого реле разомкнутся. Только при нажатии на кнопку 576 цепь катушки сигнализатора будет разомкнута и положение сигнализатора восстановится.

Мотор-вентиляторы переключателем 240 (см. рис. 274) могут быть включены для работы с большой частотой вращения (двигатель

тели соединены параллельно) или малой частотой вращения (двигатели соединены последовательно). При разряженной аккумуляторной батарее двигатели вентиляторов могут быть соединены с цепями токоприемников без включения БВ и контакторов 210 и 211 переключателем 214 и перемычкой 200. В этом случае мотор-вентиляторы начнут работать, как только будут подняты токоприемники.

Отопление кабин машиниста. Калорифер отопления каждой кабины имеет 12 нагревательных элементов, объединенных в две параллельные группы, в которые включено по 6 элементов последовательно. Калориферы одной из кабин включаются контактором 731, а другой — контактором 732. Управление этими контакторами осуществляют переключателем 426 (446) [рис. 273*].

Этот переключатель имеет три положения: *Отключено*, *Отопление одного поста машиниста* и *Отопление двух постов машиниста*. При установке переключателя 426 (446) в положение *Отопление одного поста машиниста* напряжение будет подано на катушку контактора 731 (732) по цепи: предохранитель 414 (434), контакты соответствующего переключателя, перекрещенные провода 441 и 440, контакты регулятора температуры 427 (447), защитного термореле 416 (436), катушка контактора 731 (732). При установке переключателя 426 (446) в положение *Отопление двух постов машиниста* питание получают катушки обоих контакторов 731 и 732.

В минусовую цепь катушек обоих контакторов включены последовательно блокировочные контакты кожухов отопления 4191, 4192 первой кабины и 4391, 4392 второй.

Они исключают доступ к нагревательным элементам калориферов, находящимся под напряжением. При температуре воздуха в кабине выше 20°, а в калорифере выше 100°С контакты регуляторов температуры размыкают цепь питания катушек контакторов 732 и 731. Тепло от включенных нагревательных элементов передается воздуху, прогоняемому вентиляторами калориферов. Двигатели 417 и 437 вентиляторов включаются после включения контакторов 732 и 731. В цепи питания этих двигателей включены контакты 1-2 тепловых реле времени 418 и 438, тепловые элементы которых получают питание от предохранителя 403 по проводу 412 через блокировочные контакты А-В контакторов 732 и 731. Включение тепловых реле, а следовательно, и подключение двигателей вентиляторов калориферов к предохранителю 402 происходит через 2 мин после включения контакторов 732 и 731.

Отопление поезда. Цепи питания отопления поезда включаются электромагнитным контактором 705, катушка которого получает питание при включении выключателя 428 (448) от провода 403 через предохранитель 415 (435), выключатель 428 (448), контакты N-O 7051 собственной блокировки. После включения контактора 705 блокировочные контакты N-O размыкаются и в цепь питания катушки контактора вводится добавочный резистор. Размыкаются контакты L-M и замыкаются А-В в цепях катушек указателя 582 (583) и он занимает положение, соответствующее включению контактора отопления поезда.

Включение песочниц. Электромагнитный вентиль песочниц 936 (937) может получать питание при включении кнопки 564 (565) или педали 561 (562) от провода 300 через предохранитель 560. Педалью пользуются для подачи песка небольшими порциями, а кнопкой для более длительного времени включения песочниц. При включении вентиля песочниц песок подается под бандаж первой и четвертой или третьей и шестой колесных пар (в зависимости от направления движения). Катушка вентиля песочниц 936 (937) может получать питание и при срабатывании реле буксования от блока 510 по проводу 593 через контакты Q-R выключателя управления 306 (305). Блок 510 получает питание от провода 300 через предохранитель 504 и контакты P-R 0401 главного переключателя.

Включение освещения, обогревателей, холодильника. Питание цепей освещения осуществляется от провода 300 через общий предохранитель 600. Цепи ламп освещения кабин получают питание через предохранитель 605 (613) и переключатель 627 (637), который имеет три положения: *Выключено*, *Зеленый свет* и *Белый свет*. Цепи ламп освещения высоковольтной камеры и коридоров получают питание через предохранитель 680 и выключатели 681, 682. Лампы освещения тележек и приборов получают питание через предохранитель 606 (614) и выключатель 628 (638).

Через предохранитель 607 (615) и выключатели 693 (694), 697 (698) питание подается на лампы освещения стола помощника машиниста и расписания движения поездов. Лампа прожектора 652 (662) может быть включена выключателем 621 (631) без добавочного резистора (*Яркий свет*) или с ним (*Тусклый свет*). Лампы буферных фонарей получают питание через предохранители 603 (611), 604 (612) и выключатели 622 (632), 623 (633).

Обогрев окон включают переключателями 829 (835) и 830 (836). Эти переключатели могут включать часть нагревательных элементов или все. Электрическая плитка 818 получает питание через предохранитель 820 и выключатель 819.

Холодильник 841 подключают к аккумуляторной батарее выключателем 842 через предохранитель 840.

Управление реверсором. При установке реверсивной рукоятки контроллера машиниста в положение *ХВП (Вперед)* или *ХНЗ (Назад)* напряжение от провода 300 через предохранитель 310, контакты А-В включенного выключателя управления 305 и контакты С-А выключенного выключателя управления 306 (при управлении из первой кабины) или контакты А-С выключенного выключателя управления 305 и контакты В-А включенного выключателя управления 306 (при управлении из второй кабины), провод 304, предохранитель 314 (315), контакты ЭПК, устройства блокировки тормозов № 367, провод 305 (306), контакты М-Н (в положении *ХВП* реверсивного барабана) или контакты М-Л (в положении *ХНЗ* реверсивного барабана), провод 327 (328) или 328 (327) будет подано на катушку электромагнитного вентиля 941 или 942. Сжатый воздух поступает в цилиндры приводов реверсоров 07 и 08, валы которых устанавливаются в заданное положение.

Управление главным переключателем на последовательном соединении тяговых двигателей. Штурвал контроллера машиниста жестко связан с барабаном управления 3011 (3021) контроллера, а с ним пружиной соединен командный барабан 3012 (3022). Положение командного барабана 3012 (3022) на заданной позиции фиксируется защелками 3013 (3023) и 3014 (3024) (см. рис. 273 *).

Штурвал контроллера машиниста сначала устанавливают в положение подготовительной позиции Х. При повороте реверсоров в рабочее положение по проводу 305 (306) через контакты С-В или С-Д реверсивного барабана 3017 (3027) контроллера, провод 311 или 312, соответствующие блокировки реверсоров, провод 317, контакты Е-Ф реверсивного барабана контроллера, провод 351 (354), контакты L1-M1 командного барабана 3012 (3022) контроллера, провод 565, блокировочные контакты С-Д привода главного переключателя (они замкнуты в положениях I и III привода), провод 358, контакты Р-О реверсивного барабана 3017 (3027) контроллера, провод 360 (364), контакты В1-С1 барабана управления 3011 (3021), провод 363 (367) напряжение подается на катушку электромагнитной защелки 3014 (3024). Защелка освобождает командный барабан 3012 (3022) контроллера, который устанавливается на подготовительную позицию Х. На этой позиции замыкаются контакты K1-L1 и L1-N1 командного барабана, а контакты L1-M1 размыкаются. Через контакты L1-N1 по проводу 566 (567) через предохранитель 316 (317) напряжение подается на катушку вентили 047 главного переключателя. Вал привода главного переключателя повернется на 90° и установится в положение II, а кулачковый вал повернется на 7,5°. На позиции Х главного переключателя цепь тяговых двигателей еще остается разомкнутой.

При повороте кулачкового вала блокировочные контакты L-M и N-O главного переключателя 040 в цепях включения БВ размыкаются, но это не вызывает изменений в цепях управления. Удерживающая катушка БВ после включения быстродействующего выключателя имеет минусовую цепь, помимо блокировочных контактов L-M, а блокировочные контакты N-O находятся в цепи, с которой напряжение снято кнопкой *Возврат БВ*. Через контакты L1-K1 командного барабана 3012 (3022) напряжение подается по проводу 564 к блокировочным контактам А-В 0451 привода главного переключателя. Эти контакты будут замкнуты в положениях II и IV привода, поэтому создается цепь тока: провод 564, блокировочные контакты А-В привода главного переключателя, провод 359, контакты R-S реверсивного барабана контроллера, провода 361 (365), контакты A1-D1 переключателя защелок, провод 362 (366), катушка электромагнитной защелки 3013 (3023). Защелка освобождает командный барабан 3012 (3022) для поворота на следующую позицию. Двухполюсный переключатель электромагнитных защелок контроллера машиниста обеспечивает замыкания контактов A1-D1 и В1-С1 барабана управления 3011 (3021) при движении штурвала от нуля в сторону высших позиций и замыкание контактов A1-С1 и В1-D1 при перемещении штурвала в сторону нуля.

Таблица 13

Соединение	Позиция	Контактные элементы																																
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
		Последовательное																																
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X	—	—	—	—	—	—	07	—	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	20	—	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	18	20	20	22	23	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—	
2	01	02	—	—	—	—	07	—	—	—	—	—	—	—	—	16	17	18	20	20	20	22	23	—	25	—	—	27	—	—	—	—	—	
3	01	02	—	—	—	—	07	—	—	—	—	—	—	—	—	16	17	—	20	20	20	22	23	—	25	—	27	—	—	—	—	—	—	
4	01	02	—	—	—	—	07	—	09	—	—	—	—	—	—	16	17	—	20	20	20	22	—	—	25	—	27	—	—	—	—	—	—	
5	01	02	03	—	—	—	07	09	—	—	—	—	—	—	—	16	17	—	20	20	20	22	—	—	25	—	27	—	—	—	—	—	—	
6	01	—	03	—	—	—	07	09	10	—	—	—	—	—	—	16	17	—	20	20	20	22	—	—	25	—	27	—	—	—	—	—	—	
7	01	—	03	—	—	—	07	—	10	—	—	—	—	—	—	16	17	—	20	20	20	22	24	25	—	27	—	—	—	—	—	—	—	
8	01	—	03	—	—	—	07	—	10	—	—	—	—	—	—	16	17	—	19	20	20	22	24	25	—	27	—	—	—	—	—	—	—	
9	01	—	03	—	—	—	07	—	10	—	—	—	—	—	—	16	17	—	19	20	20	22	24	25	26	27	—	—	—	—	—	—	—	
10	01	—	03	—	—	—	07	—	10	—	—	—	—	—	—	16	17	18	19	20	21	—	23	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	
11	01	—	03	04	—	—	07	—	10	—	—	—	—	—	—	16	—	18	19	—	21	—	23	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	
12	01	—	03	04	—	—	07	—	10	11	—	—	—	—	—	16	—	18	19	—	21	—	23	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	
13	01	02	03	04	—	—	07	—	10	11	—	—	—	—	—	16	—	—	19	—	21	—	—	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	—
14	01	02	—	04	—	—	07	—	09	10	11	—	—	—	—	16	—	—	19	—	21	—	—	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	—
15	01	02	—	04	05	—	07	—	09	—	11	—	—	—	—	16	—	—	19	—	21	—	—	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	—
16	01	02	—	04	05	—	07	—	09	—	11	12	—	—	—	16	—	—	19	—	21	—	—	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	—
17	01	—	03	—	05	—	07	—	09	10	—	12	—	—	—	16	—	—	19	—	21	—	—	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	—
18	01	—	03	—	05	06	07	—	—	10	—	12	—	—	—	16	—	—	19	—	21	—	—	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	—
19	01	—	03	04	05	06	07	—	—	10	11	12	13	—	—	16	—	—	19	—	21	—	—	24	—	26	27	—	—	—	—	—	—	—
20	01	02	—	04	—	06	07	—	—	—	11	—	13	14	—	16	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	26	27	—	—	—	—	—	—

[illegible]

370



цепей электровоза ЧС2



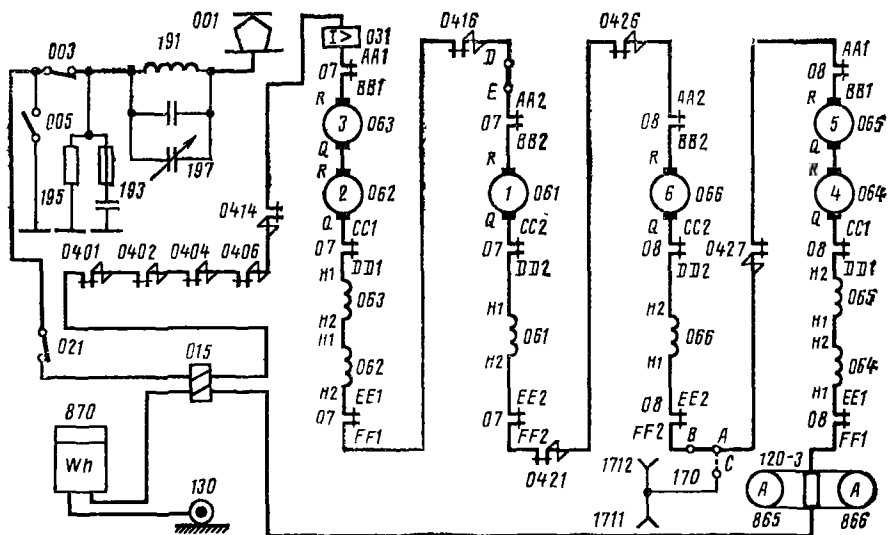


Рис 275. Схема силовых цепей электровоза ЧС2 при положении штурвала контроллера машиниста на 20-й позиции

буждения тягового двигателя 6 (066), контакты $EE2-FF2$ реверсора 08, контакты $B-A$ разъединителя для ввода электровоза в депо 170, КЭ 27, контакты $AA1-BB1$ реверсора 08, обмотки якорей тяговых двигателей 5 и 4 (065 и 064), контакты $CC1-DD1$ реверсора 08, обмотки возбуждения тяговых двигателей 5 и 4 (065 и 064), контакты $EE1-FF1$ реверсора 08, шунт 120-3 амперметра, катушка дифференциального реле 015, счетчик электрической энергии 870, заземляющее устройство 130. Если сила тяги будет больше сил сопротивления движению, то электровоз тронется с места.

Для разгона электровоза штурвал устанавливают на 2-ю и последующие позиции, что приводит к дальнейшему повороту командного барабана 3012 (3022) контроллера машиниста и поочередному возбуждению катушек вентилей 047 и 048 (см. рис. 273* и 274). Вал главного переключателя производит соответствующие переключения контакторных элементов и пусковые резисторы постепенно выводятся. За каждый полный поворот вала пневматического привода главный переключатель набирает четыре позиции. На 20-й позиции будут включены контакторные элементы 01, 02, 04, 06, 07, 11, 13, 14, 16, 21, 26 и 27. Все секции пусковых резисторов на этой позиции оказываются зашунтированными контакторными элементами 02, 04, 06, 14, 21 и 26, поэтому 20-я позиция является ходовой при шести последовательно соединенных тяговых двигателях (рис. 275). Блокировочные контакты $A-B$ главного переключателя на 20-й позиции размыкаются и сигнальная лампа 570 (571), горящая на всех реостатных позициях, погаснет.

Если штурвал контроллера машиниста будет сразу установлен на 20-ю позицию, то барабан управления закрутит пружину, которая будет тянуть за собой командный барабан. Электромагнитные защелки 3013 (3023) и 3014 (3024) будут поочередно возбуждаться, позволяя командному барабану поворачиваться, набирая позиции до 20-й включительно.

Переход с последовательного на последовательно-параллельное соединение тяговых двигателей. Между ходовой позицией последовательного соединения тяговых двигателей и 1-й позицией последовательно-параллельного имеются две переходные позиции I и II, обеспечивающие переход на последовательно-параллельное соединение по схеме моста. При переводе штурвала контроллера машиниста с 20-й позиции на переходную позицию I размыкаются контакторные элементы 04, 06, 07, 11, 13 главного переключателя и замыкаются 28 и 29 (см. рис. 273*, 274). Размыкание ряда контакторных элементов обеспечивает ввод отдельных секций пусковых резисторов в цепь тяговых двигателей. Контактный элемент 28 подключает параллельно тяговым двигателям 4, 5 и 6 секции G-K резисторов 050, а контакторный элемент 29 — тяговым двигателям 1, 2, 3 секции G-K резисторов 051. Контактные элементы 21 и 26 — уравнивательные.

На переходной позиции II размыкаются контакторные элементы 21 и 26, которые разбирают цепь моста, образуя две самостоятельные цепи тяговых двигателей с введенными в эти цепи пусковыми резисторами (см. рис. 239).

На позициях I и II будут замкнуты блокировочные контакты P-R 0401 главного переключателя, которые шунтируют зажимы 12-13 блока защиты от буксования. Реле удержания БВ 331 при замкнутых контактах P-R не будет отключаться при срабатывании реле буксования в процессе перехода. Блокировочные контакты S-T 0401 на переходных позициях I и II будут размыкать цепь катушки реле сигнализации буксования, чтобы в процессе перехода не подавались ложные сигналы.

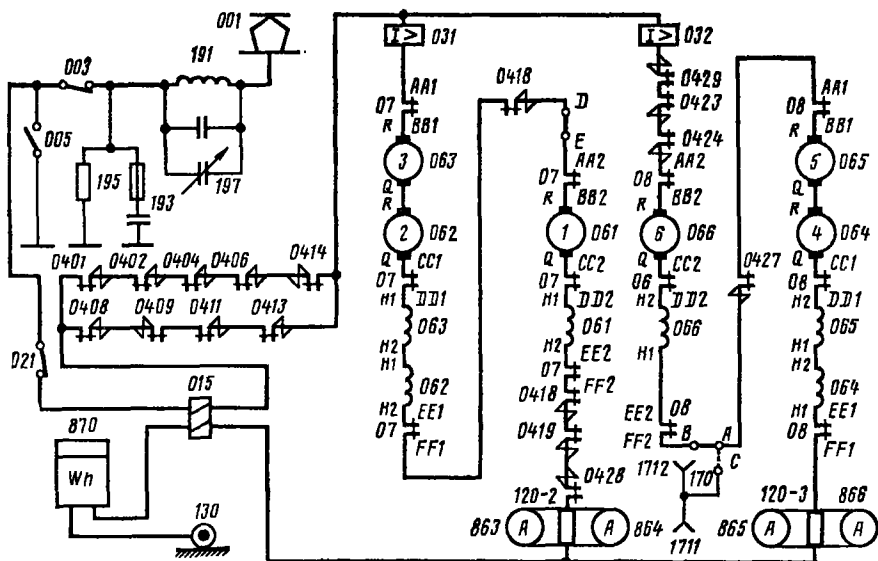
При установке штурвала контроллера на 21-ю позицию замыкаются контакторные элементы 08, 17 и 25 главного переключателя. Контактный элемент 08 подключит секции A-F пусковых резисторов 051 параллельно к секциям A-F резисторов 050, а контакторные элементы 17 и 25 выведут из цепей тяговых двигателей секции C-I пусковых резисторов 050 и 051.

На 21-й позиции образуется две цепи, в каждой из которых включено по три тяговых двигателя последовательно:

1) катушка реле перегрузки 031, контакты AA1-BB1 реверсора 07, обмотки якорей двигателей 3 и 2 (063 и 062), контакты CC1-DD1 реверсора 07, обмотки возбуждения двигателей 3 и 2 (063 и 062), контакты EE1-FF1 реверсора 07, контакторный элемент 16, контакты D-E разъединителя 175, контакты AA2-BB2 реверсора 07, обмотка якоря двигателя 1 (061), контакты CC2-DD2 реверсора 07, обмотка возбуждения двигателя 1 (061), контакты EE2-FF2 реверсора 07, КЭ 17, секция I-K резисторов 050, КЭ 28, шунт 120-2 ампер-

2) катушка реле перегрузки 032, контакторные элементы 29, 25, секция I-K резисторов 051, контакты AA2-BB2 реверсора 08, обмотка якоря двигателя 6 (066), контакты CC2-DD2 реверсора 08, обмотка возбуждения двигателя 6 (066), контакты EE2-FF2 реверсора 08, контакты B-A разъединителя 170, контакторный элемент 27, контакты AA1-BB1 реверсора 08, обмотки якорей двигателей 5 и 4 (065 и 064), контакты CC1-DD1 реверсора 08, обмотки возбуждения двигателей 5 и 4 (065 и 064), контакты EE1-FF1 реверсора 08, шунт 120-3 амперметра, катушка дифференциального реле 015, счетчик 870, заземляющее устройство 130.

Переход с последовательно-параллельного на параллельное со-
единение тяговых двигателей. При перемещении штурвала контрол-
лера машиниста с 33-й на 34-ю позицию, между которыми имеются



374

переходные позиции III и IV, осуществляется переход на параллельное соединение. На III переходной позиции размыкаются контакторные элементы 04, 06, 11, 13, 19, 24 (см. рис. 273* и 274), которые вводят в цепи тяговых двигателей секции В-Г и Н-К резисторов 050, 051, и замыкаются контакторные элементы 30 и 32, шунтирующие цепи тяговых двигателей 1 и 6 (061 и 066).

На IV переходной позиции размыкаются контакторные элементы главного переключателя 02, 09, 16, 27 и замыкаются 17, 25. Контактные элементы 02 и 09 при размыкании вводят в цепи тяговых двигателей 3, 2 и 5, 4 (063, 062 и 065, 064) секции А-В резисторов 050 и 051, а 16 и 27 отсоединяют зашунтированные тяговые двигатели 1 и 6 (061 и 066). Контактные элементы 17 и 25 шунтируют секции Н-1 резисторов 050 и 051 в цепях тяговых двигателей 1 и 6 (061 и 066).

На 34-й позиции замыкаются контакторный элемент 31, соединяющий тяговые двигатели 1 и 6 в одну цепь, и контакторный элемент 04, шунтирующий секцию С-Д резисторов 050. Тяговые двигатели образуют три параллельные цепи. При этом в цепи двигателей 1 и 6 будут включены секции I-К резисторов 050 и 051. И только на 35-й позиции, когда эти секции будут зашунтированы контакторными элементами 19 и 24 все три цепи двигателей окажутся в одинаковых условиях. Контакты блока защиты от буксования на переходных позициях III и IV шунтируются блокировочными контактами Р-Р 0401 главного переключателя, как на I и II переходных позициях.

При перемещении штурвала до 42-й позиции происходит постепенный вывод секций параллельно соединенных пусковых резисторов 050 и 051, включенных в общую цепь питания трех групп тяговых двигателей. На 42-й ходовой позиции контакторный элемент 15 шунтирует все резисторы в общей цепи тяговых двигателей (рис. 277) и гаснет сигнальная лампа 570 (571) реостатных позиций.

Ослабление возбуждения тяговых двигателей. На каждой из ходовых позиций 20, 33 и 42-й можно получить пять ступеней ослабления возбуждения. Переключатель ослабления возбуждения имеет такой же привод с двумя вентилями 097 и 098 (см. рис. 273*), как и главный переключатель.

Контроллер машиниста имеет барабан ослабления возбуждения 3016 (3026), который связан с рукояткой. При установке этой рукоятки на позицию I ступени ослабления возбуждения барабан 3016 (3026) устанавливается так, что его сегменты замыкают контактные пальцы В2-Д2. При этом образуется цепь: провод 317, блокировочные контакты С-Д 0401 главного переключателя, замкнутые на ходовых позициях, провод 583, контакты В2-Д2 барабана ослабления возбуждения, провод 576 (577), предохранитель 320 (321), катушка вентиля 097, провод 499, предохранитель 814, нож переключателя 844, «минус» аккумуляторной батареи. Вентиль 097 возбуждается и вал переключателя ослабления возбуждения поворачивается на 90°, замыкая контакторные элементы 0901, 0905, 0909

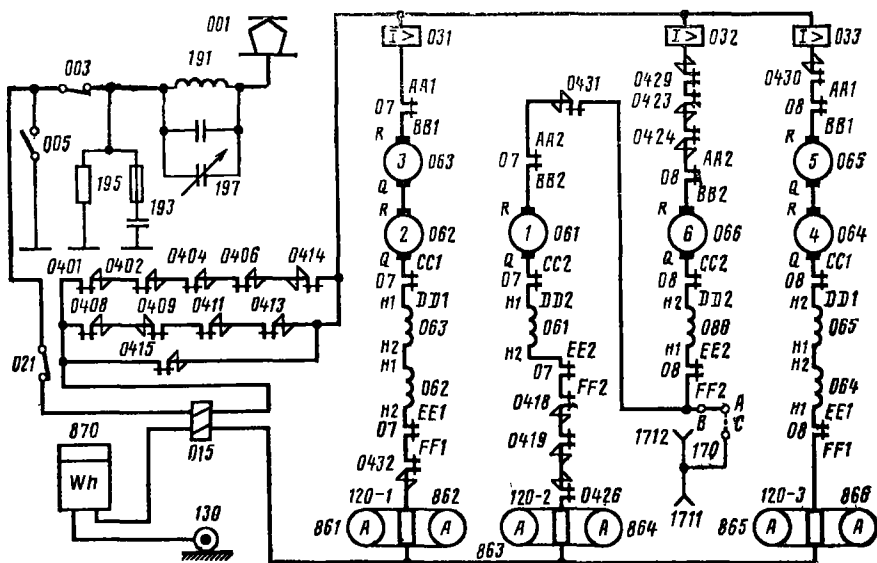


Рис. 277. Схема силовых цепей электровоза ЧС2 при положении штурвала контроллера машиниста на 42-й позиции

и 0913, которые подсоединяют параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей шунтирующие резисторы 100, 101, 102, 103 и последовательно соединенные с ними индуктивные шунты 105, 106 и 107 (см. рис. 273* и 274). При этом возбуждение тяговых двигателей уменьшается до 85%.

При перемещении рукоятки на II ступень ослабления возбуждения замкнутся контакты В2-Е2 барабана 3016 (3026) и напряжение будет подано через предохранитель 322 (323) на катушку вентили 098. При этом вал переключателя повернется на 90°, замыкая контакторные элементы 0902, 0906, 0910 и 0914, которые шунтируют секции А-В резисторов ослабления возбуждения, и возбуждение тяговых двигателей уменьшится до 70%.

На III ступени ослабления возбуждения контакты В2-Д2 барабана 3016 (3026) размыкаются и катушка вентили 097 привода теряет питание. Остается возбужденной катушка вентили 098, что вызывает поворот вала переключателя еще на 90°. Контактные элементы 0903, 0907, 0911, 0915 замыкаются. При этом будут замкнуты секции А-В и А-С резисторов и возбуждение тяговых двигателей уменьшится до 57,5%.

При установке рукоятки на IV ступень ослабления возбуждения контакты В2-Е2 барабана ослабления возбуждения размыкаются и катушка вентили 098 привода теряет питание. Вал переключателя делает очередной поворот на 90°, завершая полный оборот на 360°, замыкая контакторные элементы 0901, 0905, 0909, 0913 и 0904, 0908, 0912, 0916. Секции А-В, В-С и С-Е резисторов ослаб-

ления возбуждения соединяются параллельно и к ним последовательно подключаются секции резисторов *E-F*. В результате такой комбинации соединений общее сопротивление шунтирующих цепей уменьшается, что приводит к уменьшению возбуждения тяговых двигателей до 47,5%.

На V ступени ослабления возбуждения вновь замыкаются контакты *B2-D2* барабана *3016* (*3026*) и питание получит катушка вентилей *097* привода. Вал переключателя повернется на 90°, в результате чего все контакторные элементы будут замкнуты и резисторы ослабления возбуждения за исключением секций *E-F* будут выведены. Ток в этих цепях возрастает, а возбуждение тяговых двигателей уменьшится до 40%.

Для снятия ослабления возбуждения рукоятку переводят в сторону нулевой позиции, останавливаясь на всех позициях. В этом случае катушки вентилей *097* и *098* будут получать питание по тем же цепям, что и при постановке ослабления возбуждения. В том же порядке эти катушки будут и отключаться. Можно установить рукоятку ослабления возбуждения сразу на нулевую позицию. В этом случае цепи обеспечивают включение и выключение катушек вентилей *097* и *098* в нужном порядке автоматически.

Обратное движение штурвала контроллера машиниста. При вращении штурвала контроллера машиниста в сторону нулевой позиции размыкаются контакты *A1-D1* и *B1-C1* и замыкаются контакты *A1-C1* и *B1-D1* барабана управления *3011* (*3021*), в результате чего меняется порядок возбуждения электромагнитных защелок *3014* (*3024*) и *3013* (*3023*), при котором возможен поворот командного барабана *3012* (*3022*) в обратном направлении. При вращении командного барабана в сторону нулевой позиции изменяется последовательность включения и выключения вентилей *047* и *048* привода главного переключателя и его вал поворачивается в сторону нулевой позиции, производя переключения контакторных элементов в обратном порядке.

Синхронизация работы главного переключателя с контроллером машиниста. При работе электровоза положения главного переключателя должны соответствовать позициям контроллера машиниста. Но в некоторых случаях возможно несоответствие положений главного переключателя и контроллера машиниста.

Если главный переключатель находится на какой-либо из позиций, а штурвал контроллера на нулевой позиции, то создается цепь, шунтирующая катушку реле *331*: провод *317*, контакты *E-F* реверсивного барабана *3017* (*3027*) контроллера, провод *351* (*354*), контакты *L1-Q1* барабана *3012* (*3022*) контроллера машиниста, провод *572* (*573*), контакты *H-K* выключателя управления *305* (*306*), контакты *F-E* *0401* главного переключателя, провод *506*. Реле *331* выключится и его блокировка прервет цепь питания удерживающей катушки БВ и он выключится. Быстродействующий выключатель может включиться только в том случае, если вал главного переключателя будет возвращен ключом в нулевое положение.

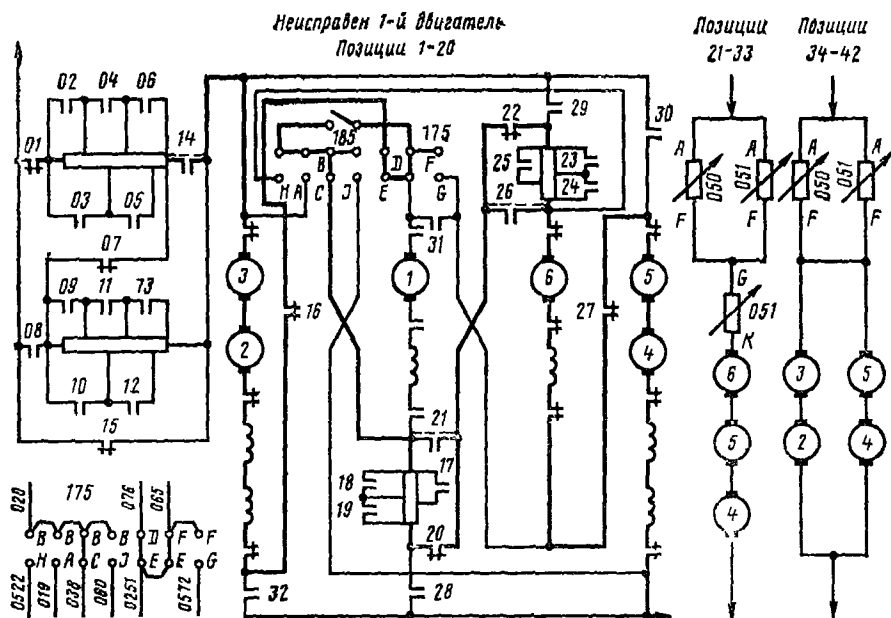
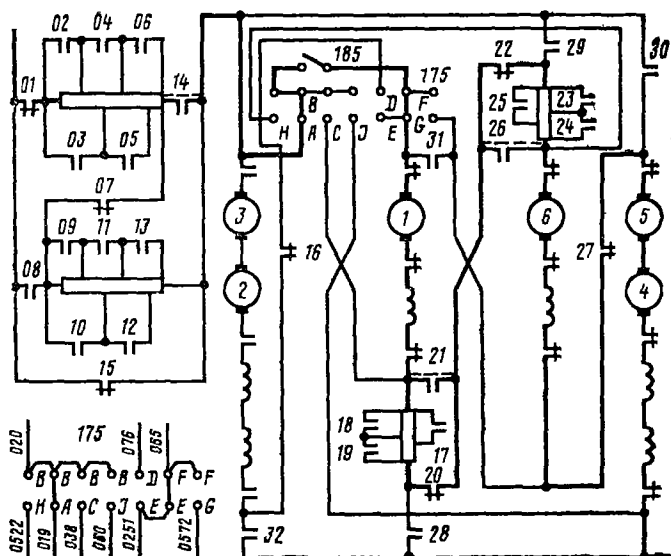


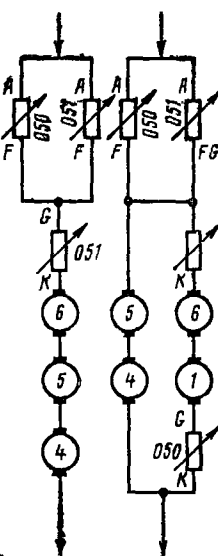
Рис. 278. Схемы силовых цепей электровоза

Неисправны 2-й, 3-й двигатели
Позиции 1-20

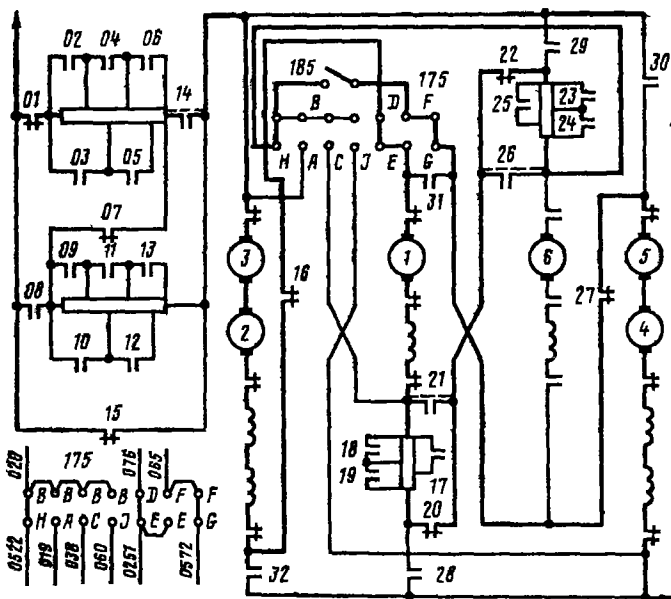


Позиции
21-33

Позиции
34-42

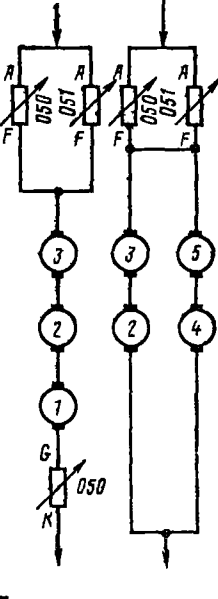


Неисправен 6-й двигатель
Позиции 1-20



Позиции
21-33

Позиции
34-42



ЧС2 при отключении тяговых двигателей

Во всех случаях, когда штурвал контроллера машиниста находится на ходовой позиции, а вал главного переключателя — на реостатных, будет гореть сигнальная лампа 570 (571), которая получает питание от провода 317 через блокировку В-А 0401.

Работа электровоза с частично отключенными тяговыми двигателями. На электровозе предусмотрена возможность отключения неисправного тягового двигателя. При неисправности тягового двигателя 1 или 6 цепи позволяют отключить только один двигатель. В этом случае на последовательном соединении движение будет осуществляться на пяти двигателях, на последовательно-параллельном — на трех и на параллельном — на четырех (рис. 278).

При неисправности тягового двигателя 2, 3, 4 или 5 с ним вместе отключают и другой двигатель, работающий в паре с отключаемым. В этом случае движение осуществляется на последовательном соединении на четырех двигателях, на последовательно-параллельном — на трех и на параллельном — на четырех.

При неисправности тягового двигателя 1 в зажимы В-С и Е-*F* разъединителя 175 вставляют перемычки. Реверсор, управляющий отключаемым тяговым двигателем, ставят в нулевое положение и фиксируют его защелкой, а реверсивный барабан контроллера машиниста ставят в положение аварийного движения. При этом через контакты реверсивного барабана контроллера машиниста, блокировки трех реверсоров, установленных в рабочее положение и блокировку реверсора, переведенного в нулевое положение, получит питание провод 317. Через блокировку U-V 0401 главного переключателя подается питание на катушку контактора 185, который включится. На 1-й позиции собирается цепь, в которую входят секции пусковых резисторов 050 и 051 (см. рис. 273*, 274 и 278), тяговые двигатели 3 и 2, контакторный элемент 176, контакты D-E и E-F разъединителя 175, контакты контактора 185, контакты В-С разъединителя 175, секции G-K резисторов 050, 051 и тяговые двигатели 6, 5 и 4. При переходе с 20-й на I переходную позицию цепь катушки контактора 185 размыкается блокировкой U-V главного переключателя. Контактор 185 выключается и разрывает цепь тяговых двигателей 3 и 2. Движение электровоза на последовательно-параллельном соединении будет осуществляться только на двигателях 6, 5 и 4. Переход на параллельное соединение осуществляется как обычно, но движение происходит только на двигателях 3, 2 и 5, 4, а цепь тяговых двигателей 1, 6 будет разомкнута контактами отключенного реверсора. Если будет отключен тяговый двигатель 6, то перемычкой соединяют зажимы В-Н и F-G разъединителя 175. При отключении тягового двигателя 4 или 5 перемычками соединяют зажимы В-1 и F-G разъединителя 175, а при отключении двигателя 2 или 3 — зажимы В-А, В-*F* и разъединяют зажимы D-E. Действие цепей будет аналогично описанному выше.

Противобуксовочная защита. Она осуществляется двумя трансдукторами 140 и 141 (см. рис. 273* и 274) и блоком 510. Защита обеспечивает сигнализацию и автоматическую подсыпку песка при небольшом буксовании и отключение ВВ при значительном.

Каждый из трансдукторов представляет собой магнитный усилитель, имеющий две обмотки управления и одну рабочую. Одна из обмоток управления трансдуктора 140 включена в диагональ моста, образованного добавочными резисторами и обмотками якорей тяговых двигателей 3 и 2, а другая — в диагональ моста тяговых двигателей 5 и 4. Обмотки управления трансдуктора 141 включены через добавочные резисторы параллельно обмоткам якорей тяговых двигателей 1 и 6. Рабочие обмотки трансдукторов 140 и 141 включены в цепь переменного тока блока 510. При буксовании, когда разность напряжений на якорях тяговых двигателей достигнет 10 В, в блоке 510 сработает реле RE1 и замкнет свои контакты, которые соединят провод 521 с проводом 520 и провод 593 с проводом 590. По проводу 593 через контакты ВУ 305 (306) питание будет подано на катушку вентиля песочницы 936 (937). По проводу 521 получит питание катушка реле 542, которое включится и его замыкающий контакт в цепи провода 520 включит сигнальные лампы 537, 538 и зуммеры 533, 534. Размыкающий контакт реле 542 отключит катушку его от минусовой цепи. Якорь реле 542 отпадает с выдержкой времени, которая обеспечивается конденсатором 541. При отпадании якоря замыкающий контакт снимает питание с сигнальных ламп и катушек зуммеров, и размыкающий контакт снова замыкает минусовую цепь катушки реле 542. Если буксование продолжается, то эти процессы повторяются неоднократно.

При значительном буксовании, когда разность напряжений достигает 800 В, в блоке 510 сработает реле RE2 и разъединит контакты, выведенные на зажимы 12, 13 блока 510, что приведет к снятию питания с промежуточного реле 331. Реле 331 отключится и разомкнет минусовую цепь катушек 0211 и 0212 быстродействующего выключателя и он выключится.

§ 85. Особенности электрических схем электровоза ЧС2^т *

Электрические схемы электровоза ЧС2^т существенно отличаются от схем электровоза ЧС2. Изменения в схеме вызваны применением на электровозе ЧС2^т реостатного торможения с подключением якорей тяговых двигателей при их независимом возбуждении к отдельным резисторам. На электровозе применена комбинированная система управления тяговыми двигателями по типу систем, применяемых на электровозах постоянного тока отечественного производства с использованием главных переключателей и индивидуальных контакторов.

Главный переключатель (ГП) обеспечивает различные соединения тяговых двигателей и переключение их для работы в режиме реостатного торможения. Этот переключатель имеет 34 контакторных элемента (КЭГП) 21—54, его вал может устанавливаться

* Описание схем дается применительно к электровозам с № 945.

в одно из 6 фиксированных положений (рис. 279*): *0*, *P* — реостатные позиции (с 1-й по 19-ю) последовательного соединения; *C* — ходовая позиция (20-я) последовательного соединения; *СП* — позиции последовательно-параллельного соединения (с 21-й по 33-ю); *П* — позиции параллельного соединения (с 34-й по 42-ю); *Т* — режим реостатного торможения. Главный переключатель имеет пневматический привод, который устроен и работает так же, как и привод на электровозе ЧС2.

Пневматический привод имеет два вентиля 0453-1 и 0454-2. В зависимости от возбуждения вентилей колесчатый вал привода устанавливается в одно из четырех положений, которые составляют цикл. Эти циклы могут повторяться. Питание на вентили привода главного переключателя для переключения из одного положения в другое подается промежуточным контроллером (ПК) 303. Этот контроллер осуществляет также управление 18 индивидуальными электропневматическими реостатными контакторами (01-09 и 11-19).

Привод промежуточного контроллера такого же типа, как и у главного переключателя. Два вентиля 3033-1 и 3034-2 привода получают питание в зависимости от положений главного вала 3012 (3022) контроллера машиниста и реле управления 3213, набора 3211 и сброса 3212. Привод ПК 303 имеет четыре положения, которые составляют полный цикл, соответствующий набору двух позиций или их сбросу. Эти циклы повторяются. Положения *I* и *III* — фиксированные, а *II* и *IV* — промежуточные.

Ослабление возбуждения осуществляют на 20, 33 и 42-й позициях электропневматическими контакторами 075—090, управляемыми штурвалом, введенным в зацепление с валом ослабления возбуждения контроллера машиниста.

Управление реверсорами. Напряжение к цепям управления подводится по проводу 300, который получает питание после включения автоматических выключателей 808, 809 и 309. Контроллер моста 301 (302) для установки направления движения имеет реверсивный вал 3011 (3021). Для предотвращения реверсирования при движении электровоза реверсивный вал 3011 (3021) блокируется электромагнитной защелкой 3014 (3024). Изменить положение реверсивного вала можно только тогда, когда вал главного переключателя 045 находится на нулевой позиции. Катушки электромагнитных защелок 3014 и 3024 получают питание по цепи: провод 300, контакты 49-50 промежуточного контроллера 303, провод 301, последовательно включенные замыкающие блокировки 0401 18 контакторов (01—09, 11—19), контакты 1-2 ГП 045, катушки защелок 3014 и 3024. Защелки срабатывают и отпускают реверсивные валы 3011, 3021. При нахождении на нулевой позиции ПК 303 горят сигнальные лампы 502 и 503, которые включены параллельно катушкам электромагнитных защелок.

При установке реверсивной рукоятки контроллера машиниста в положение *Вперед* (ХВП) или *Назад* (ХНЗ) питание на катушки вентилей 311 и 312 реверсоров подается по цепи: провод 300, замк-

нутые контакты 1-2 или 3-4 реверсивного вала, провод 306 или 307, катушка вентиля 311 или 312 реверсора двигателей первой тележки и катушка вентиля 312 или 311 реверсора двигателей второй тележки. Одновременно напряжение через контакты 1-2 или 3-4 переключателя режимов 412 и контакты 43-44 ПК 303 подается на катушки вентиля 453 и 454 жалюзи пуско-тормозных реверсоров. Валы реверсоров устанавливаются в заданное положение и через их блокировки 0701 и 0711 и блокировки переключателей аварийного режима 307 и 308 напряжение подводится к автомату цепей управления 310 и проводу 311, от которого питание получают все аппараты, работающие при наборе и сбросе позиций.

Управление тяговыми двигателями при наборе и сбросе позиций. Процесс регулирования скорости движения и тягового усилия электровоза осуществляется реле управления 3213, набора 3211 или сброса 3212, которые управляют вентилями 3033-1 и 3034-2 пневматического привода ПК 303 и вентилями 0453-1 и 0454-2 привода ГП 045. От провода 311 напряжение подается к катушке реле управления 3213 по цепи: контакты 1-2 реле 322, замкнутые в тяговом режиме, контакты 1-2 выключателя управления 305 (306), размыкающие контакты кнопки маневрового набора 313 (315), контакты 1-2 главного вала 3012 (3022) контроллера машиниста, контакты 5-6 ВУ 305 (306), катушка реле управления 3213. Реле управления 3213 включается и становится на самоподпитку, получая питание по цепи: провод 311, контакты 13-14 ВУ 305 (306), собственные замыкающие контакты 8-1, контакты 11-12 вспомогательного вала 3031 промежуточного контроллера 303, контакты 1-2 реле 332, контакты 3-4 выключателя управления 305 (306), размыкающие контакты кнопки 314 (316) маневрового сброса позиций, контакты 3-4 главного вала 3012 (3022) контроллера, провод 342, контакты 5-6 ВУ 305 (306), провод 331. Таким образом, катушка реле управления 3213 будет получать питание от провода 311 по двум цепям.

Для набора 1-й позиции штурвал контроллера устанавливают в положение «+1». При этом одна из цепей питания катушки реле управления 3213 размыкается контактами 1-2 главного вала 3012 (3022) контроллера машиниста, но цепь самоподпитки, описанная выше, сохраняется. В положении «+1» напряжение подается на катушку реле набора 3211 по цепи: провод 342, контакты 5-6 главного вала 3012 (3022) контроллера машиниста, 10-9 реле 319, 3-4 реле давления 338, замкнутые при наличии сжатого воздуха в тормозной магистрали, контакты 69-70 промежуточного контроллера 303. Реле 3211 включается и создает цепь питания вентиля 3033-1 пневматического привода ПК 303 от провода 311 через контакты 13-14 ВУ 305 (306), 4-3. реле сброса 3212, 6-9 реле набора 3211, 1-2 вспомогательного вала 3031. Пневматический привод начнет вращать вал ПК 303, связанный с кулачками основных контакторных элементов, и одновременно вспомогательный вал 3031. Повернувшись из положения I в положение II, вал 3031 замкнет свои контакты 3-4. При этом через эти контакты и контакты 6-7 реле

набора 3211 получит питание от провода 311 вентиль 3034-2. Коленчатый вал пневматического привода будет продолжать вращаться и установится в положение III.

В момент перехода из положения II в положение III контакты 11-12 вспомогательного вала 3031 разорвут цепь самоподпитки реле управления 3213, которое отключится и своими замыкающими контактами 1-8 снимет питание с катушки реле набора 3211. При выключении реле набора 3211 замыкаются его контакты 6-2, в результате чего создается цепь питания обоих вентилях 3033-1 и 3034-2 привода ПК 303 через размыкающие контакты 4-3 реле сброса 3212, размыкающие контакты 6-2 реле набора 3211, замыкающие контакты 7-8 вспомогательного вала 3031 и вентили 480. Так как оба вентиля пневматического привода возбуждены, то он фиксируется в положении III, что соответствует 1-й позиции ПК 303.

При вращении вспомогательного вала 3031 из положения I в положение II замыкаются его контакты 15-16 и создают цепь питания вентиля 0453-1 пневматического привода главного переключателя 045 от провода 311 через размыкающие контакты 6-5 реле 320. Вал пневматического привода ГП займет положение II. Когда вспомогательный вал 3031 перейдет из положения II в положение III замкнутся его контакты 17-18 и получит питание катушка вентиля 0454-2 привода от провода 311 через размыкающие контакты 12-11 реле 320. Вал пневматического привода займет III положение, что соответствует положению Р главного переключателя 045.

В этом положении от провода 311 через контакты 55-56 ПК 303, замкнутые на 1-й и последующих позициях, размыкающие контакты 17-18 реле 320 и вентили 481 создается цепь питания катушек обоих вентилях 0453-1 и 0454-2. Этим обеспечивается надежная фиксация вала привода ГП в положении III. Дополнительная фиксация осуществляется электромеханической защелкой 0456, с катушки которой снимается питание при размыкании блокировки 57-58 ПК 303. Так заканчивается переход главного вала ПК 303 на 1-ю позицию, а вала ГП 045 — в положение Р.

При этом создается следующая цепь тяговых двигателей (рис. 280): токоприемник 001 (002), дроссель 191 (192), крышевой разъединитель 003 (004), контакты БВ 021, катушка дифференциального реле 015, КЭГП 37, секции В-1 пуско-тормозных резисторов 050, КЭГП 29, реле перегрузки 034, контакты А1-В1 реверсора 071, обмотки якорей двигателей 6 и 5 (066 и 065), контакты С1-Д1 реверсора 071, реле перегрузки 036, КЭГП 45, обмотки возбуждения двигателей 6 и 5 (066 и 065), контакты Е1-Ф1 реверсора 071, КЭГП 40, разъединитель аварийного режима 63, секции М-5 пуско-тормозных резисторов 051, реле перегрузки 032, контакты Д2-С2 реверсора 071, обмотка якоря двигателя 4 (064), контакты В2-А2 реверсора 071, КЭГП 47, обмотка возбуждения двигателя 4 (064), контакты Е2-Ф2 реверсора 071, КЭГП 22, 21, секции М-5 пуско-

тормозных резисторов 050, реле перегрузки 033, контакты D2-C2 реверсора 070, обмотка якоря двигателя 3 (063), контакты B2-A2 реверсора 070, КЭГП 48, обмотка возбуждения двигателя 3 (063), контакты E2-F2 реверсора 070, разъединитель аварийного режима 62, КЭГП 39, реле перегрузки 031, контакты D1-C1 реверсора 070, обмотки якорей двигателей 1 и 2 (061 и 062), контакты B1-A1 реверсора 070, реле перегрузки 035, КЭГП 46, обмотки возбуждения двигателей 1 и 2 (061 и 062), контакты E1-F1 реверсора 070, КЭГП 30, 38, секции В-1 пуско-тормозных резисторов 051, шунт 122 амперметра, катушка реле 015, счетчик 870, заземляющее устройство 130.

Для набора 2-й позиции штурвал контроллера машиниста нужно вернуть в нулевое положение, тогда через контакты 1-2 (см. рис. 279 *) главного вала 3012 (3022) вновь будет подано питание на катушку реле управления 3213, а затем штурвал должен быть установлен в положение «+1». При включении реле 3211 оно своими контактами 6-2 размыкает цепь катушек вентилей 3033-1 и 3034-2, получавших питание от провода 368. Но питание потеряет только катушка вентиля 3033-1, а катушка вентиля 3034-2 будет продолжать получать питание через контакты 6-7 реле набора 3211 и 3-4 вспомогательного вала 3031, замкнутые в положении III привода ПК. Вентиль 3033-1 выпустит воздух из цилиндра привода, вал которого повернется в положение IV. В это же положение установится и вспомогательный вал 3031. Но в положении IV вал привода не останавливается, так как контакты 3-4 вспомогательного вала 3031 размыкаются при переходе из положения III в положение IV и вентиль 3034-2 теряет питание. Если оба вентиля привода обесточены, то вал пневматического привода устанавливается в положение I. Между IV и I положениями контакты 11-12 вспомогательного вала 3031 разомкнут цепь катушки реле управления 3213, которое отключится и снимет питание с катушки реле набора 3211. В результате оба вентиля 3033-1 и 3034-2 окажутся невозбужденными и вал пневматического привода зафиксирован в положении I, что соответствует 2-й позиции промежуточного контроллера.

При этом будут замкнуты его контакты 1-2, 11-12 и 31-32 через которые питание будет подано к вентилям реостатных контакторов 01, 06 и 16 от провода 300 через размыкающие контакты 1-2 реле 325, которое обесточено в тяговом режиме. Эти контакторы выводят из цепи тяговых двигателей часть пуско-тормозных резисторов.

Вал главного переключателя при переходе главного вала промежуточного контроллера с 1-й на 2-ю позицию остается в положении P, так как вентили 0453-1 и 0454-2 привода ГП питания не геряют (цепь питания катушек этих вентилей от провода 652 описана выше).

При дальнейшем наборе позиций со 2-й по 19-ю привод ГП 045 остается в положении P, а ПК 303 производит замыкание и размыкание своих контактов 1-2—17-8 и 21-22—37-38, в результате чего в определенной последовательности включаются и выключаются реостатные контакторы 01—09 и 11—19 (040) и из цепи тяговых двигателей выводятся секции пуско-тормозных резисторов. (Набор

всех нечетных позиций по 33-ю включительно осуществляется аналогично набору 1-й позиции, а набор четных позиций аналогичен набору 2-й позиции). На 19-й позиции замыкаются контакты 57-58 ПК 303, которые подают питание к катушке защелки 0456 привода ГП 045 и привод разблокируется.

Когда главный вал промежуточного контроллера 303 переходит с 19-й на 20-ю позицию, размыкаются его контакты 55-56, через которые питание подводилось к катушкам вентилей привода ГП 045 от провода 311. Однако питание потеряет только вентиль 0453-1, а вентиль 0454-2 будет продолжать получать питание от провода 311 через контакты 17-18 вспомогательного вала 3031 и 11-12 реле 320. При этом вал пневматического привода ГП 045 переходит из положения III в положение IV. При переходе вспомогательного вала 3031 из положения IV в положение I размыкаются его контакты 17-18, в результате чего теряет питание и катушка вентиля 0454-2. Привод ГП 045 не останавливается в положении IV и переходит в положение I, что соответствует фиксированному положению С. При переходе на 20-ю позицию включаются контакторные элементы 25 и 26 главного переключателя, шунтируя секции В-1 пуско-тормозных резисторов 050, 051, и размыкаются контакторные элементы 29, 30, которые полностью отключают эти секции резисторов, подготавливая цепи к переходу на СП соединение.

На 20-й позиции создается следующая цепь тяговых двигателей: токоприемник 001 (002) (см. рис. 280), дроссель 191 (192), крышевой разъединитель 003 (004), контакты БВ 021, катушка дифференциального реле 015, контакторные элементы 31, 25 главного переключателя и далее, как описано выше для 1-й позиции цепь от обмоток якорей тяговых двигателей 6 и 5 до обмоток возбуждения тяговых двигателей 1 и 2, КЭГП 26, шунт 120 амперметра, счетчик 870, заземляющее устройство 130.

Действие цепей управления при переходе с 20-й на 21-ю позицию осуществляется так же, как и при наборе 1-й позиции. Привод главного переключателя 045 устанавливается в положение III, что соответствует СП соединению тяговых двигателей. Переключение двигателей осуществляется по схеме моста с использованием одной переходной позиции М. При переходе с 20-й позиции на переходную позицию М замыкаются контакторные элементы 23, 24 главного переключателя 045, в результате чего параллельно тяговым двигателям 6, 5, 4 подсоединяются секции В-1 пуско-тормозных резисторов 050, а параллельно тяговым двигателям 3, 1, 2 — секции В-1 резисторов 051. При переходе с позиции М на 21-ю размыкаются индивидуальные контакторы 09, 19 и уравнильные КЭГП 21, 22. Контакторы 09 и 19 вводят секции М-Р пуско-тормозных резисторов 051 в цепь двигателей 6, 5, 4 и такие же секции резисторов 050 в цепь двигателей 3, 1, 2. Контакторные элементы 21 и 22 разбирают цепь моста, образуя две самостоятельные группы двигателей.

На 21-й позиции создаются цепи:

1) КЭГП 31 и 25, реле перегрузки 034, тяговые двигатели 6 и 5, КЭГП 40, разъединитель 63, секции М-Р резисторов 051, контактор

17, реле перегрузки 032, тяговый двигатель 4, разъединитель 64, КЭГП 24 и 38, секции В-Н резисторов 051, контактор 11, шунт 122 амперметра, катушка дифференциального реле 015, счетчик 870, заземляющее устройство;

2) КЭГП 37, секции В-Н резисторов 050, контактор 01, КЭГП 23, разъединитель 61, секции М-Р резисторов 050, контактор 07 реле перегрузки 033, тяговый двигатель 3, разъединитель 62, КЭГП 39, реле перегрузки 031, тяговые двигатели 1 и 2, КЭГП 26, шунт 120 амперметра, катушка реле 015, счетчик 870, заземляющее устройство.

На позициях с 22-й по 23-ю осуществляется включение и выключение индивидуальных реостатных контакторов под действием ПК 303, в результате чего осуществляется уменьшение сопротивления пуско-тормозных резисторов. Кулачковый вал главного переключателя на этих позициях остается в положении СП.

Для перехода с 33-й на 34-ю позицию штурвал контроллера устанавливают в положение «+1» (см. рис. 279*). При этом включается реле набора 3211 и цепи действуют так же, как и при наборе 2-й или любой другой четной позиции. Только вал пневматического привода ПК 303, а следовательно, и вал привода главного переключателя 045 не останавливаются в положении I. Валы их совершают поворот не на 180°, а на 360°. Непрерывность вращения без задержки в положении I обеспечивается тем, что при переходе вспомогательного вала 3031 из положения IV в положение I реле 3213 не отключается, так как катушка его будет получать питание через контакты 59-60 промежуточного контроллера 303, которые замыкаются при переходе с 33-й на 34-ю позицию. Следовательно, остается включенным реле набора 3211, которое обеспечивает возбуждение вентилей 3033-1 пневматического привода. Вал привода переходит из положения I в положение II. При повороте вала привода в положение III реле 3213 и 3211 отключаются, в результате чего создается цепь для надежной фиксации привода в этом положении (вентили 3033-1 и 3034-2 получают питание от провода 368 через контакты 4-3 реле сброса 3212, 6-2 реле набора 3211 и 7-8 вспомогательного вала 3031). Главный вал промежуточного контроллера 303 будет находиться на 34-й позиции. Аналогично рассмотренному выше вал пневматического привода ГП 045 также пройдет положение I без остановки и установится в положение III, что будет соответствовать положению II главного переключателя.

Для переключения двигателей на параллельное соединение, вначале перехода размыкается ряд реостатных контакторов и в цепи тяговых двигателей вводятся пуско-тормозные резисторы. Затем замыкаются КЭГП 27 и 28 (см. рис. 280), которыми шунтируются двигатели 3 и 4 секциями М-С пуско-тормозных резисторов 050, 051 и размыкаются КЭГП 23, 24 и 39, 40, которыми отключаются зашунтированные тяговые двигатели 3 и 4. После этого замыкаются КЭГП 32, 33 и 21, 22, которые собирают цепь тяговых двигателей 3 и 4. При этом от дифференциального реле 015 создается три параллельных цепи:

1) КЭГП 37, секции В-Н резисторов 050, реостатный контактор 01, КЭГП 27, тяговые двигатели 1, 2, КЭГП 26, шунт 120 амперметра, катушка реле 015, счетчик 870;

2) КЭГП 32, секции М-С резисторов 051, тяговый двигатель 4, КЭГП 22 и 21, секции М-С резисторов 050, тяговый двигатель 3, КЭГП 33, шунт 121 амперметра, катушка реле 015, счетчик 870;

3) КЭГП 31 и 25, реле перегрузки 034, тяговые двигатели 6, 5, КЭГП 28 и 38, секции В-Н резисторов 051, реостатный контактор 11, шунт 122 амперметра, катушка реле 015, счетчик 870.

При дальнейшем наборе позиций по 42-ю включительно действие цепей управления аналогично, но переключение будет осуществлять только промежуточный контроллер 303, а ГП 045 будет находиться в положении II.

Автоматический набор позиций. Он осуществляется при установке штурвала контроллера машиниста в положение «+» (в этом положении штурвал не фиксируется). При этом будут замкнуты контакты 3-4 (см. рис. 279 *), 5-6, 11-12 главного вала 3012 (3022) контроллера машиниста. Катушки реле управления 3213 и набора 3211 будут получать питание от провода 311 через контакты 1-2 реле 322, провод 338, контакты 1-2 ВУ 305 (306), кнопку маневрового набора позиций 313 (315), контакты 12-11 главного вала 3012 (3022) контроллера, 9-10 ВУ 305 (306), 53-54 ПК 303, вентиль 483, контакты 6-5 ВУ 305 (306), 5-6 главного вала 3012 (3022) контроллера машиниста, 10-9 реле 319 и 3-4 реле давления 338. Через замыкающие контакты реле набора 3211 будет создаваться цепь питания катушек вентиля 3033-1 и 3034-2 привода ПК 303. Порядок питания вентиля будет определяться положением контактов вспомогательного вала 3031 привода ПК 303. Вал привода ПК 303 будет вращаться без остановок в положениях I и III, так как реле управления 3213 и набора 3211 не будут отключаться, получая питание по выше описанной цепи.

Автоматический набор прекратится, когда вал ПК 303 перейдет с последней реостатной позиции на ходовую 20, 33 или 42-ю. В этом случае размыкаются контакты 53-54 ПК 303 и катушки реле управления 3213 и набора 3211 теряют питание. Если требуется произвести автоматический набор позиций до следующей ходовой, то штурвал контроллера нужно вернуть в нулевое положение для включения реле управления 3213 и затем снова установить его в положение «+».

Набор позиций прекратится также при перемещении штурвала в нулевое положение, когда разомкнутся контакты 5-6 главного вала 3012 (3022), прерывающие цепь питания реле набора 3211. Когда вал ПК 303 установится на 42-ю позицию любой вид набора позиций не может быть осуществлен, так как разомкнутся контакты 69-70 ПК 303 в цепи питания катушки реле набора 3211.

Сброс позиций. Выключение позиций может осуществляться вручную по одной или автоматически, когда позиции сбрасываются одна за другой без остановки на них. В первом случае для сброса каждой позиции требуется поочередное перемещение штурвала

контроллера машиниста в положения «—1» и нулевое. Для обеспечения автоматического выключения штурвал контроллера должен быть установлен в положение «—».

При установке штурвала контроллера в положение «—1» катушка реле управления 3213 остается под напряжением, получая питание по цепи самоподпитки: провод 311, контакты 13-14 ВУ 305 (306), собственные контакты 8-1, контакты 13-14 вспомогательного вала 3031, 3-4 реле синхронизации 322, 8-7 ВУ 305 (306), кнопка маневрового набора 313 (315), контакты 7-8 главного вала 3012 (3022) контроллера, 5-6 ВУ 305 (306), добавочный резистор, катушка реле 3213. В этом же положении контроллера будут замкнуты контакты 9-10 главного вала 3012 (3022), которые обеспечат выключение реле сброса 3212. Цепь катушки этого реле будет такой же, как и для катушки реле управления до контактов 7-8 главного вала 3012 (3022) контроллера машиниста, а далее: контакты 9-10 главного вала контроллера, провод 395, контакты 51-52 ПК 303, замкнутые на всех позициях за исключением нулевой, добавочный резистор, катушка реле 3212. Вентили приводов ПК и ГП получают питание в последовательности, обратной набору.

Допустим, что вал ПК 303 находился на какой-либо из четных позиций, что соответствует положению I привода ПК 303. В этом случае при включенном положении реле сброса 3212 питание подается на катушку вентиля 3034-2 по цепи: провод 311, контакты 13-14 ВУ 305 (306), 4-10 реле сброса 3212, 5-6 вспомогательного вала 3031, катушка вентиля 3034-2. Вал пневматического привода повернется в положение IV, но в этом положении получит питание катушка вентиля 3033-1 по цепи: провод 311, контакты 13-14 ВУ 305 (306), 4-5 реле сброса 3212, 9-10 вспомогательного вала 3031, установившегося в положение IV, катушка вентиля 3033-1. Вал пневматического привода ПК 303 установится в положение III и реле управления 3213 отключится. Контакты 8-1 реле 3213 снимут питание с цепи катушки реле сброса 3212, которое также отключится. Однако размыкание контактов 4-5 и 4-10 реле 3212 к снятию питания с вентиля 3033-1 и 3034-2 не приводит, так как эти вентили в положении III вспомогательного вала 3031 будут получать питание по цепи: провод 311, контакты 13-14 ВУ 305 (306), 4-3 реле сброса 3212, 6-2 реле набора 3211, 7-8 вспомогательного вала 3031, вентили 480, катушки вентиля 3033-1 и 3034-2. Этим обеспечивается фиксация вала привода ПК 303 в III положении, когда вал ПК установится на нечетную позицию.

Для сброса следующей позиции штурвал контроллера машиниста устанавливается в нулевое положение и реле 3213 включается, а затем штурвал снова устанавливают в положение «—1». При этом снова включается реле сброса 3212 и его размыкающий контакт разрывает цепь, через которую питались оба вентиля двигателя ПК 303. Но питание потеряет только вентиль 3034-2, а на катушку вентиля 3033-1 питание будет подаваться по цепи: провод 311, контакты 13-14 ВУ 305 (306), 4-5 реле сброса 3212, 9-10 вспомога-

тельного вала, катушка 3033-1. Вал привода ПК 303 поворачивается в положение 11. В это же положение устанавливается вспомогательный вал 3031, который своими контактами 9-10 снимает питание с катушки вентиля 3033-1 и вал привода ПК 303 устанавливается в положение 1, что соответствует четной позиции ПК 303. Дальнейший сброс позиций осуществляется аналогично.

Для осуществления автоматического сброса позиций штурвал контроллера устанавливают в положение «—» и удерживают в этом положении в течение всего времени сброса. При этом катушка реле сброса 3212 получает питание постоянно через контакты 1-2 и 9-10 главного вала 3012 (3022) контроллера машиниста вне зависимости от положения реле управления. Замыкающие контакты реле 3212 будут обеспечивать подачу питания на катушки вентиля привода ПК 303 в определенном порядке, зависящем от положения вспомогательного вала 3031, поэтому привод ПК 303 будет непрерывно вращать вал ПК до нулевой позиции. Соответственно и вал главного переключателя будет вращаться в обратную сторону до нулевого положения.

Управление тяговыми двигателями кнопками маневрового набора и сброса позиций. При маневровой работе можно осуществить набор и сброс позиций не сдвигая штурвал контроллера с нулевого положения. Выше было описано, что в этом положении штурвала реле управления 3213 получает питание, включается и переходит в режим самоподпитки. Для маневрового набора и сброса позиций используют кнопки *Набор 313 (315)* и *Сброс 314 (316)*. Если требуется набрать одну позицию, то достаточно нажать и отпустить кнопку 313 или 315. При включении этой кнопки напряжение подается на катушку реле набора 3211 по цепи: провод 311, контакты 13-14 ВУ 305 (306), 8-1 реле 3213, 11-12 вала 3031, 1-2 реле 332, провод 330, контакты 4-3 ВУ 305 (306), кнопка *Сброс 314 (316)*, контакты 3-4 главного вала 3012 (3022) контроллера, замыкающие контакты кнопки *Набор 313 (315)*, контакты 10-9 реле 319, 3-4 регулятора давления 338, 69-70 привода ПК 303, резистор, катушка реле 3211. При этом цепи работают так же, как и при установке штурвала в положение «+1». При выключении кнопки 313 (315) цепи действуют так же, как и при установке штурвала в нулевое положение. Таким образом, набор позиций кнопками 313 и 315 аналогичен ручному.

При включении кнопки *Сброс 314 (316)* замыкается цепь питания катушки сброса 3212: провод 311, контакты 1-2 реле 322, 2-1 ВУ 305 (306), замыкающие контакты кнопки *Сброс 314 (316)*, контакты 51-52 привода ПК 303, резистор, катушка реле 3212. В течение всего времени, пока включена кнопка *Сброс*, реле сброса 3212 остается включенным и осуществляется автоматический сброс позиций. Схема в этом случае действует так же, как и при установке штурвала в положение «—».

Кнопкой 317 (318) можно осуществить сброс позиций до меньшей ходовой (с 42-й на 33-ю, с 33-й на 20-ю) или нулевой (с 20-й до 0). При включении этой кнопки питание получает катушка реле

319, контакты 11-12 которого создают постоянную цепь питания катушки реле сброса 3212, а контакты 1-2 реле 319 создают цепь самоподпитки собственной катушки: провод 311, контакты 1-2 реле 322, контакты 2-1 ВУ 305 (306), контакты 12-11 главного вала 3012 (3022) контроллера, контакты 9-10 ВУ 305 (306), контакты 53-54 главного вала ПК 303, замкнутые на всех позициях за исключением ходовых, собственные контакты 2-1, катушка реле 319. При отпускании кнопки 317 (318) реле 319, а следовательно, и реле сброса 3212 остаются включенными. Через контакты реле сброса 3212 питание подается на катушки вентилей 3033-1 и 3034-2 так же, как и при автоматическом выключении. Вал промежуточного контроллера 303 сбрасывает позиции без остановки, пока не дойдет до ходовой позиции, когда разомкнутся контакты 53-54. Реле 319 отключится, потеряет питание и реле сброса. Главный вал ПК 303 остановится на ходовой (или нулевой) позиции.

Во всех случаях нарушения синхронности вращения валов ПК 303 и ГП 045 предусматривается срабатывание защиты. Так, в том случае, когда вал ПК 303 находится на нулевой позиции, а вал ГП 045 — в одном из рабочих положений, должен отключиться быстродействующий выключатель. Отключение БВ осуществляет реле 331, катушка которого шунтируется контактами 49-50 ПК 303 и 17-18 блокировочного барабана 0451. При нарушении синхронизации работы ПК и ГП во всех других случаях питание подается на сигнальные лампы 508 и 509, а также на реле 332 (через контакты 19-20, 21-22, 23-24 барабана 0451 и 73-74, 75-76, 77-78 ПК 303). Контакты 1-2 реле 332 разрывают цепь самоподпитки реле управления 3213, не допуская дальнейшего набора или сброса позиций.

Номер позиций, на которой находится вал ПК 303, определяется по указателю позиций 552 (553), представляющему собой специальный вольтметр со шкалой, на которой нанесены номера позиций. Катушка этого вольтметра подключена по схеме потенциометра к коллектору, установленному на валу промежуточного контроллера. Число пластин такого коллектора равно числу позиций, т. е. 42, коллектор снимает напряжение со стабилизатора 547.

Ослабление возбуждения. Этот режим осуществляют на ходовых позициях 20, 33 и 42-й, введя штурвал контроллера машиниста в зацепление с валом ослабления возбуждения. На ходовых позициях будут замкнуты контакты 61-62 ПК 303, через которые напряжение от провода 300 по проводу 316 будет подано к контактам валов ослабления возбуждения 3013 и 3023. При установке одного из этих валов в положение какой-либо ступени ослабления возбуждения включаются соответствующие контакторы, подсоединяющие параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей секции резисторов ослабления возбуждения. Если хотя бы один из контакторов ослабления возбуждения включится на реостатных позициях, происходит отключение БВ с помощью реле 331, катушка которого будет зашунтирована цепью: провод 300, контакты 63-64 ПК 303, замкнутые на всех реостатных позициях, блокировочные контакты включенного контактора ослабления возбуждения.

Тормозной режим. Переход в режим реостатного торможения осуществляют рукояткой крана машиниста (усл. № 395) или специальной 371 (372) на пульте машиниста, при постановке которых в соответствующие положения включается реле давления 492. Контакты реле 492 замыкают цепь питания катушки реле 322: провод 300, размыкающие контакты 1-2 реле давления 495, замкнутые при давлении в тормозных цилиндрах от 0 до 2,2—2,7 кгс/см², замыкающие контакты 3-4 реле давления 492, контакты 1-2 реле давления 494, которые замкнуты при отсутствии давления в магистрали вспомогательного тормоза, контакты 4-3 регулятора «Дако», замкнутые при скорости электровоза выше 45—50 км/ч, вентиль 487. При включении реле 322 получает питание катушка реле 326 по цепи: провод 400, контакты 3-4 реле 322, провод 650, вентиль 385. Реле 326 включается и контактами 1-2 разрывает цепь питания контакторов ослабления возбуждения. При включении реле 322 питание получает также электромагнитная защелка 3036 от провода 400 (цепь до провода 400 описана выше) через замыкающие контакты 3-4 реле 322, провод 650, размыкающие контакты 2-3 реле 320. Kontakтами 5-7 реле 322 замыкает цепь питания катушки реле сброса 3212 от провода 311 через контакты 5-7 реле 322, провод 335, контакты 51-52 ПК 303, добавочный резистор. Вал ПК 303 начинает вращаться и сбрасывать позиции. На нулевой позиции контакты 51-52 ПК 303 разрывают цепь питания катушки реле сброса 3212.

Контакты защелки 3036 размыкаются, когда вал ПК при сбросе повернется на четыре позиции. При этом питание подается от провода 650 через контакты защелки 3036 на провод 651 и катушку реле 325, которое включается и контактами 1-2 разрывает цепь питания реостатных контакторов 01-19. В цепи тяговых двигателей вводятся пуско-тормозные резисторы. Одновременно по проводу 651 питание получит катушка реле 320, которое включится и своими контактами 1-2 обеспечит самоподпитку от провода 650. Через контакты 4-5 и 10-11 реле 320 подготавливаются цепи питания вентиля 0453-1 и 0454-2 привода ГП. От провода 651 питание через вентиль 482 будет подано и на катушку защелки 0456 привода ГП 045, которая разблокирует его вал. Вентиля 0453-1 и 0454-2 привода ГП будут получать питание от провода 311 через контакты 7-8 блокировочного барабана 0451 поочередно в зависимости от положения контактов 6-5 и 7-8 барабана 0455 привода ГП, поэтому вал ГП будет вращаться без остановки в сторону нулевого положения. Не останавливаясь в этом положении, вал ГП 045 перейдет в положение Т. В тормозном положении контакты 7-8 блокировочного барабана ГП размыкаются, но катушки вентиля 0453-1 и 0454-2 будут получать питание от провода 650 через контакты 9-10 блокировочного барабана ГП и вентили 481, за счет чего обеспечивается фиксация привода в положении Т.

Главный переключатель в положении Т подключает обмотки якорей тяговых двигателей к отдельным участкам пуско-тормозных резисторов по следующим цепям:

1) обмотка якоря двигателя 1 (см. рис. 280), контакты *C1-D1* реверсора 070, реле перегрузки 031, КЭГП 27, датчик тока якоря 029, секции *I-F* резисторов 050, КЭГП 43;

2) обмотка якоря двигателя 2, КЭГП 43, секции *F-A* резисторов 050, датчик тока якоря 030, КЭГП 35, реле перегрузки 035, контакты *A1-B1* реверсора 070;

3) обмотка якоря двигателя 3, контакты *C2-D2* реверсора 070, реле перегрузки 033, датчик тока якоря 027, секции *S-M* резисторов 050, разъединитель 61, КЭГП 23 и 49, контакты *A2-B2* реверсора 070;

4) обмотка якоря двигателя 4, контакты *B2-A2* реверсора 071, КЭГП 50, 21 и 51, секции *M-S* резисторов 051, датчик тока якоря 028, реле перегрузки 032, контакты *D2-C2* реверсора 071;

5) обмотка якоря двигателя 5, контакты *C1-D1* реверсора 071, реле перегрузки 036, КЭГП 36, датчик тока якоря 026, секции *A-F*, резисторов 051, КЭГП 44;

6) обмотка якоря двигателя 6, КЭГП 44, секции *F-I* резисторов 051, датчик тока якоря 025, шунт 122 амперметра, КЭГП 34 и 25, реле перегрузки 034, контакты *A1-B1* реверсора 071.

Для обеспечения независимого возбуждения тяговых двигателей при проходе вала ГП 045 нулевого положения создается цепь: провод 400 (см. рис. 279*), контакты 3-4 термореле 0501 и 0511, 3-4 реле 181, 7-8 реле 015, 7-8 реле 031-036, 12-11 реле 411, замкнутые при открытых жалюзи пуско-тормозных резисторов, 15-16 блокировочного барабана 0451, катушка реле защиты 324. Реле 324 включается, а затем становится на самоподпитку от провода 671 через контакты 5-6. При установке вала ГП в положение *T* через контакты 3-4 блокировочного барабана 0451 от провода 400 получают питание катушки контакторов 8045 и 8046. Контакторы включаются и соединяют последовательно аккумуляторные батареи 803 и 805. От провода 650 через контакты 13-14 блокировочного барабана 0451 и 7-8 реле защиты 324 получают питание катушки контакторов 171, 172 и 173, а через блокировки контакторов 8045 и 8046 — катушка контактора 174. Контактор 171 подключает все шесть обмоток возбуждения двигателей к возбудителю 170 (см. рис. 280) по цепи: реле перегрузки 181, контактор 171, обмотка возбуждения двигателя 4, контакты *E2-F2* реверсора 071, разъединитель 64, КЭГП 24 и 28, контакты *F1-E1* реверсора 071, обмотки возбуждения двигателей 5 и 6, КЭГП 53, контакты *F1-E1* реверсора 070, обмотки возбуждения двигателей 2 и 1, КЭГП 52, обмотка возбуждения двигателя 3, контакты *E2-F2* реверсора 070, КЭГП 33, шунт 121 амперметра, шунт-датчик 180 тока возбуждения, реле 015, счетчик 870, заземляющее устройство.

Статический возбудитель 170 выполнен в виде импульсного преобразователя, который обеспечивает плавное бесконтактное регулирование тока возбуждения. В первоначальный момент торможения питание на преобразователь подается от аккумуляторных батарей 803 и 805 через контактор 174. При возрастании тока нагрузки в якорных цепях растет падение напряжения на секциях

394

Р-М резисторов 050 и 051 и в дальнейшем питание обмоток возбуждения возбуждателя осуществляется от этих секций через контакторы 172, 173. Такая система позволяет применять реостатное торможение независимо от наличия напряжения в контактной сети.

Блокировочные контакты контакторов 171-174 замыкают цепь питания регулятора управления реостатным тормозом 490 (см. рис. 279*) от провода 650 через контакты 13-14 блокировочного барабана 0451, 7-8 реле 324, блокировочные контакты контакторов 171—174, провод 682, контакты 1-2 реле 330. При возрастании тока якорей тяговых двигателей до 100 А регулятор 490 срабатывает и контакты реле 4903 замыкают цепь питания катушки реле времени 499 от провода 661. Реле 499 включится и через его контакты 1-2 от провода 681 получит питание катушка вентиля двойного действия 485, который возбудится и выпустит воздух из тормозных цилиндров и перекроет подачу воздуха в камеру «Дако», предотвращая действие пневматического тормоза при реостатном торможении.

Процесс торможения в дальнейшем регулируется по сигналам датчиков тока якорей 025—030. При уменьшении скорости электровоза до 50—55 км/ч или при срабатывании защиты реостатное торможение заменяется пневматическим.

Охлаждение секций резисторов 050 и 051 (см. рис. 280) осуществляется вентиляторами, двигатели 225 и 226 которых получают питание от секций *В-А* и *В-Д* резисторов, соединенных параллельно, в тяговом режиме и только от секций *В-Д* в режиме реостатного торможения.

§ 86. Общие сведения о схемах соединений

Схемы соединений представляют собой исполнительные чертежи, по которым ведут монтажные работы. На этих чертежах показывают в каком порядке расположены аппараты и приборы на электровозе. Катушки и контакты каждого аппарата изображают рядом, как это имеет место в действительности. Соединения их с катушками и контактами других аппаратов и приборов выполняют так же, как это делается на электровозе.

Работникам заводов и ремонтных цехов схемы соединений просто необходимы, так как они позволяют определить количество проводов, места подсоединения проводов к зажимам аппаратов и машин, что невозможно определить по принципиальной схеме. Например, в силовых принципиальных схемах электровозов ВЛ10 и ВЛ18 указаны один вводной и один выводной кабели, проходящие через окно дифференциального реле, а в схемах соединений будет показано по четыре вводных и четыре выводных кабеля. В принципиальных схемах этих же электровозов от БВ отходит один провод с последующими разветвлениями. В схемах соединений показаны четыре кабеля, отходящие от БВ, причем указано, куда именно подсоединен каждый из них.

Второй пример, принципиальная схема цепей управления электровоза ВЛ10 не позволяет определить, как соединен блокировоч-

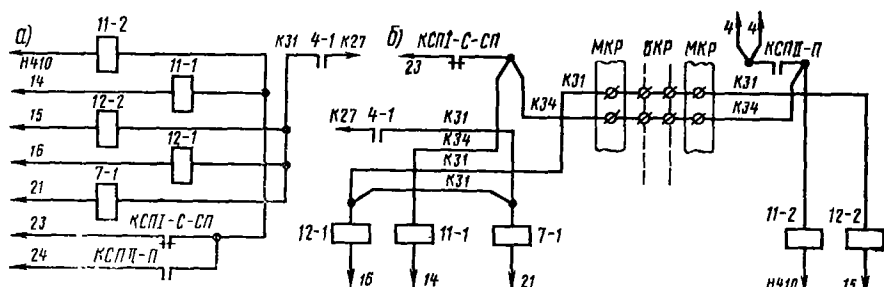


Рис 281 Схемы включения реостатных контакторов:
а — принципиальная, б — соединений (монтажная)

ный палец контактора 4-1 с катушками вентиля контакторов 12-2, 12-1 и 7-1 (рис. 281, а). По схеме соединений цепей управления этого электровоза можно установить, что блокировочный палец контактора 4-1 (рис. 281, б) соединен с плюсовым зажимом катушки вентиля контактора 7-1 и от этого зажима идет провод к плюсовому зажиму катушки вентиля контактора 12-1. Плюсовой зажим контактора 12-1, в свою очередь, через рейки зажимов и межкузовое соединение соединен с плюсовым зажимом катушки вентиля контактора 12-2, размещенным в высоковольтной камере второй секции электровоза.

Так как к зажиму катушки вентиля контактора 12-2 подходит один провод К31, то он является концевым. Та же схема соединений дает возможность установить, что катушки вентиля контакторов 11-1 и 11-2 соединены между собой не непосредственно, как показано на принципиальной схеме, а через зажимы блокировочных контактов КСПИ-П и КСПИИ-П, к которым подсоединены провода от плюсовых зажимов катушек вентиля этих контакторов. Зажимы блокировок КСПИ-П и КСПИИ-П, в свою очередь, соединены между собой через рейки зажимов и межкузовое соединение.

Развертки аппаратов, изображаемые обычно совместно с принципиальными схемами, представляют собой схемы соединений аппаратов. На таких схемах показывают все внутренние соединения силовых и блокировочных контактов и внешние выводы от катушек и контактов. В некоторых случаях принципиальные схемы могут дать искаженное представление о контактной системе того или иного аппарата. Так, например, в схеме цепей управления электровоза ВЛ10 в цепи катушек контакторов 42-1 и 42-2 включены блокировки ПВ-В и ПВ-Н переключателя вентиляторов. На принципиальной схеме изображены две блокировки ПВ-В и одна блокировка ПВ-Н и каждая из них имеет два контактных пальца. В действительности это две блокировки, одна из которых — трехпальцевая, а другая — двухпальцевая.

Провода на схемах соединений изображают в виде пучков, из которых выходят концы с определенными обозначениями. Каждый конец провода имеет обозначение вывода того аппарата, к которому подключен другой конец этого провода.

НАДЕЖНОСТЬ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОВЗОВ

§ 87. Надежность электровозов

Электровоз, агрегаты, из которых он состоит, и элементы этих агрегатов могут быть использованы по назначению, если они находятся в исправном и работоспособном состоянии.

Исправность заключается в соответствии объекта¹ всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией, а работоспособность — в его способности выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Электровоз следует считать работоспособным, если он может развивать заданные силу тяги и скорость и обеспечивать безопасную работу и выполнение графика движения при работе с поездами определенных масс.

Событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта, называют отказом, а нарушение исправности — повреждением. Различают отказы объекта и отказы его элементов.

Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность называют безотказностью. Предупредить отказы или устранить их последствия возможно посредством технического обслуживания и ремонта. Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к выполнению его ремонтов и технического обслуживания, называют ремонтпригодностью.

Под долговечностью понимают свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта. Предельным состоянием считают такое состояние объекта, при котором он должен быть подвергнут капитальному ремонту или его эксплуатация должна быть прекращена из-за невыполнения требований безопасности или снижения эффективности ниже допустимой, или экономической нецелесообразности ремонта.

При изменении численности парка локомотивов или размеров движения электровоз временно отставляют от эксплуатации или переводят в резерв управления дороги, или запас МПС. Естественно, что электровоз должен быть приспособлен к хранению. Свойство объекта непрерывно сохранять значения установленных пока-

¹ Под объектом понимается как электровоз в целом, так и отдельные его агрегаты, узлы или их элементы.

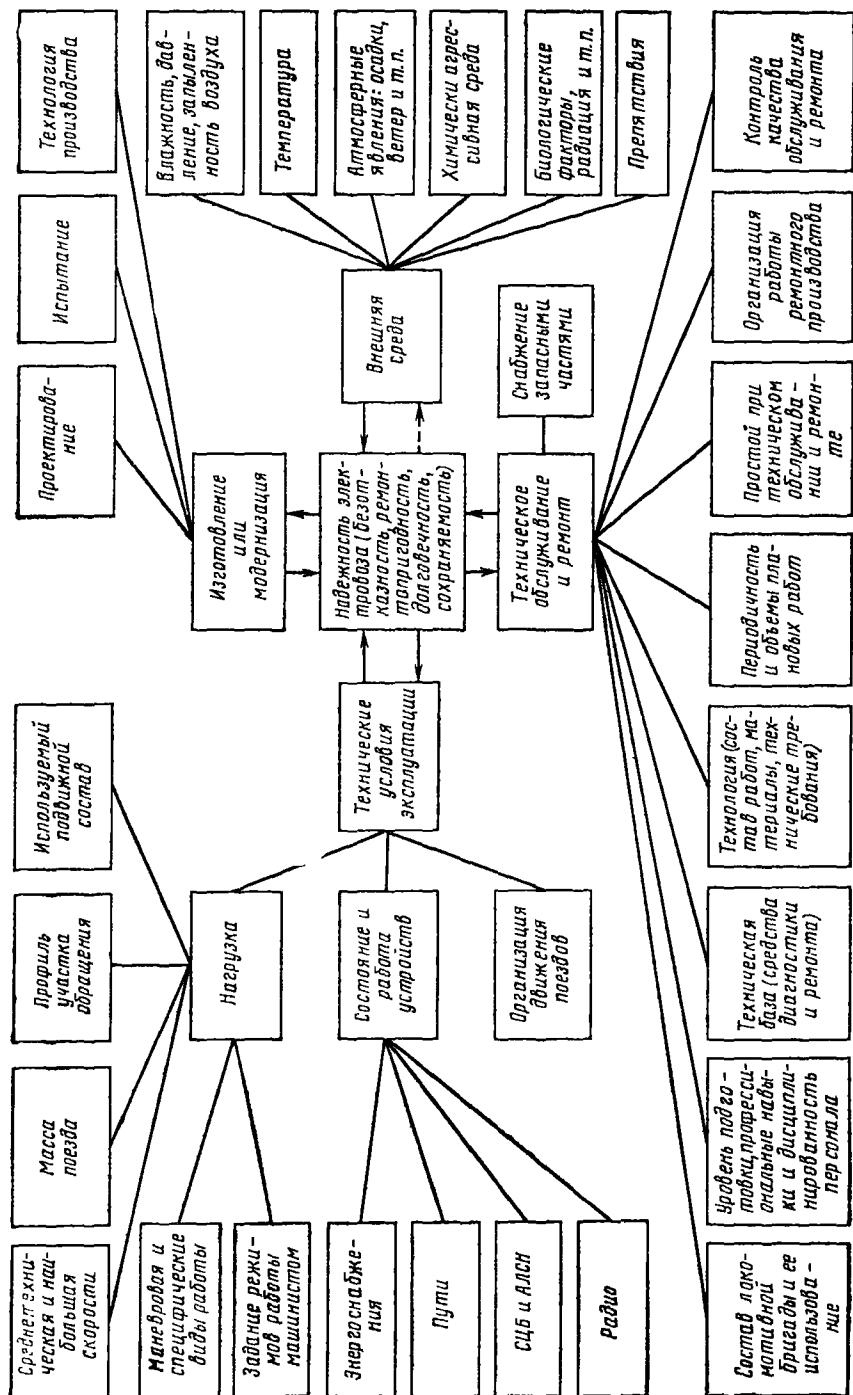


Рис 282. Зависимость надежности электровоза от различных факторов

зателей качества в заданных пределах в течение хранения и (или) транспортирования в нерабочем состоянии и после называют **сохраняемостью**.

При этих условиях под **надежностью** понимают способность объекта выполнять заданные функции в определенных условиях эксплуатации. В общем случае, говоря о надежности электровоза, представляют сочетание свойств: безотказности, долговечности, ремонтнопригодности и сохраняемости. Надежность как характеристика качества объекта является сложным свойством, зависящим от большого числа факторов (рис. 282). На этой схеме отмечены лишь наиболее существенные связи.

Условия эксплуатации электровоза характеризуются сложностью и разнообразием воздействий. Статические и динамические условия, возникающие при движении электровоза с поездом, вызывают большие механические нагрузки в первую очередь в деталях механической части: элементах колесных пар, букс, рам, тележек, рессорного подвешивания и кузова. Рассчитывая усилия в деталях этих узлов с учетом действия знакопеременных нагрузок и наличия резких изменений сечений деталей или поперечных сварных швов, конструкторы задаются коэффициентом запаса, равным 2,0—2,5. Учитывают также неизбежную «усталость» — снижение прочности конструкции при длительной эксплуатации. Превышение расчетных нагрузок может привести к нарушению связей: обрыву болтов, срезу заклепок, разрыву сварных швов, срезу шпонок и т. п.

Сопряженные детали при взаимном перемещении подвержены износу под действием сил трения. В ряде узлов: опорах кузова, межтележечном сочленении, автосцепке и других трение скольжения характеризуется малыми скоростями перемещений и высоким удельным давлением. Износ в этих узлах объясняют молекулярным схватыванием. Так называемый **тепловой износ** происходит при скольжении с большими скоростями и высокими удельными давлениями, как это имеет место при работе тормозных колодок.

Загрязнение поверхности трения твердыми минеральными частицами приводит к абразивному износу — срезанию металла этими частицами.

Мелкие выщербины на поверхности качения роликов и колец подшипников являются примером осповидного износа. Он наблюдается при трении качения и нагрузках, превышающих предел текучести металла и создающих местные усталостные явления на поверхности. Общий износ в механических соединениях усугубляется окислительным износом — разрушением окислов металлов на поверхностях двух взаимно перемещающихся деталей.

В отдельных случаях, например при буксовании, частота вращения якорей тяговых двигателей может превышать конструктивную. Возникающие при этом большие центробежные силы могут привести к повреждению валов якорей, элементов зубчатых передач, бандажей крепления обмоток якоря и других вращающихся элементов колесно-моторного блока. На поверхности катания бандаж колесной пары при буксовании появляются ползуны.

Кратковременное увеличение тока по сравнению с расчетными значениями может привести к местному обгоранию изоляции проводов, частичному выплаиванию олова в наконечниках проводов, в петушках коллекторных пластин электрических машин, что в дальнейшем будет приводить к повреждению этих мест уже при обычных рабочих токах. Постепенную и необратимую потерю изоляцией своих диэлектрических свойств называют ее «старением». Ускорению старения способствуют нагрев, попадание влаги, воздействие на изоляцию высокого напряжения, смазки и других химических веществ.

Переключения, производимые с высокими скоростями, приводят к возникновению местных перенапряжений в цепях с индуктивным сопротивлением. Так, при отключении тяговых двигателей разность потенциалов между некоторыми участками силовой цепи может в 2 раза и более превысить номинальное значение напряжения в контактной сети. Такие же явления могут происходить и в цепях управления.

В момент разрыва электрических цепей между контактирующими поверхностями возникает мостик расплавленного металла, а затем — электрическая дуга. Перемещаясь под действием электромагнитного поля или по другим причинам, расплавленный металл уносится с контактных поверхностей или остается на них в виде окислов. Это явление получило название электроэрозионного износа. Электроэрозия имеет место не только при отключении контактов, но и при включении, когда после первого соприкосновения происходит многократное отскакивание контактов.

Во влажной среде или в химически агрессивных средах быстро развивается коррозия.

Большинство электрических аппаратов рассчитано на работу при относительной влажности воздуха до 90% и температурах от -50 до $+40^{\circ}\text{C}$. На некоторых дорогах страны в зимнее время температура может понизиться до -55°C . При таких понижениях температуры сильно снижается эластичность резиновых изделий и повышаются внутренние напряжения в металле, и при неблагоприятных условиях могут возникнуть трещины в сварных швах рам тележек или воздушных резервуаров. В летнее время ухудшаются условия охлаждения агрегатов, и в дневное время температура резисторов, катушек электроаппаратов, обмоток электрических машин, их коллекторов, смазки в узлах трения могут находиться на грани допустимых пределов.

На деталях электровоза осаждается пыль, состоящая из песка, угля, частиц окислов металлов и других химических соединений. Она приводит к увеличению механического износа деталей и повышает электропроводимость изоляционных поверхностей. При увлажнении такой пыли образуются химически активные соединения, способствующие увеличению коррозии и эрозии металлов, старению изоляции, ухудшению свойств смазочных материалов и т. п.

В тех случаях когда отказу объекта предшествует постепенное ухудшение его свойств, говорят, что произошел постепенный

отказ. Если объект стал непригодным для дальнейшей эксплуатации сразу, то говорят о внезапном отказе. Отказы могут быть обусловлены изменением свойств или условий эксплуатации самого объекта, в таком случае имеет место независимый отказ. Однако на практике большое число отказов, имеющих серьезные последствия, бывает часто вызвано незначительными отказами других элементов. Такой отказ называют зависимым. Значительная часть зависимых отказов может быть предупреждена благодаря умению локомотивной бригады замечать уже первые признаки нарушения нормальной работы локомотива.

Повышение надежности локомотивов — важная государственная задача. Ее решение достигается различными методами. Из рис. 282 видно, что для повышения надежности следует в зависимости от обстоятельств вносить изменения в конструкцию, изменять условия эксплуатации, воздействовать на внешнюю среду или защищать оборудование от ее воздействия, совершенствовать систему технического обслуживания и ремонта.

Во всех крупных локомотивных депо созданы группы и лаборатории надежности. Задача этих групп состоит в сборе и обработке информации об отказах, выработке и осуществлении в условиях депо предложений, направленных на повышение надежности электровозов.

В условиях эксплуатации главным условием надежной работы электровозов является высокое качество технического обслуживания и ремонта. Они могут эффективно проводиться только, если объект был приспособлен к ним уже на стадии проектирования, и если они выполняются с использованием современных технических средств.

Хотя техническое обслуживание и ремонт направлены на повышение надежности, в то же время приспособление электровоза к их выполнению объективно затрудняет обеспечение требуемой безотказности локомотива. С одной стороны, это объясняется необходимостью использования большого числа разъемных соединений в узлах механического и электрического оборудования, дополнительных выводов и контролирующих приборов в электрических цепях и других дополнительных конструктивных элементов, необходимых для эффективного выполнения технического обслуживания и ремонта. С другой стороны, необоснованное, неквалифицированное и безответственное выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту может привести к увеличению числа отказов электровозов.

§ 88. Система технического обслуживания и ремонта

Концентрация ремонта в наиболее крупных и технически оснащенных депо и электровозоремонтных заводах, планирование и организация ремонта в них электровозов различных дорог, организация централизованного снабжения запасными частями и их изготовления на принципах кооперации и специализации производства,

использование на одних тяговых плечах электровозов различных депо и различных дорог, оперативное управление парком подвижного состава в пределах страны, подготовка ремонтного персонала и локомотивных бригад — все эти факторы определяют необходимость проведения единой для всей страны технической политики в области обслуживания и ремонта электровозов, подчиненной единой системе и учитывающей различия в условиях эксплуатации.

Утвержденная приказом министра № 22/Ц от 31 июля 1975 г. структура ремонтного цикла включает следующие виды планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта в зависимости от пробега и продолжительности эксплуатации.

Техническое обслуживание ТО-1 выполняют локомотивные бригады при приемке, сдаче и в процессе эксплуатации локомотивов в соответствии с перечнем работ, устанавливаемым службой локомотивного хозяйства.

Техническое обслуживание ТО-2 (технический осмотр) является основным видом технического обслуживания электровоза в эксплуатации. Его главная задача состоит в поддержании исправности и работоспособности узлов и деталей, нормальное функционирование которых обеспечивает безопасность движения. При техническом обслуживании ТО-2 производят очистку, контроль технического состояния и при необходимости в небольшом объеме ремонт ходовых частей электровоза, пневматического оборудования, токоприемников и крышевого высоковольтного оборудования, тяговых электродвигателей, вспомогательных машин и основных электрических аппаратов, смену изношенных тормозных колодок, дозаправку смазкой тяговых редукторов и моторно-осевых подшипников.

Перед и по окончании технического обслуживания ТО-2 в соответствии с установленным в депо порядком проверяют действие регуляторов напряжения и реле обратного тока при работающих генераторах управления, контролируют выход штоков тормозных цилиндров, подачу песка под колесные пары и работу пневматического оборудования в соответствии с действующей инструкцией МПС. Обязательно проверяют работу счетчика электроэнергии, а в зимнее время убеждаются в исправности электропечей и калориферов.

Техническое обслуживание ТО-2 поездных электровозов производят слесари высокой квалификации в специально обустроенных пунктах, как правило, в крытых помещениях, оснащенных необходимым технологическим оборудованием, приспособлениями, инструментом и неснижаемым технологическим запасом материалов и запасных частей.

Мастер или бригадир, возглавляющий сменную бригаду слесарей, совместно с прибывшей локомотивной бригадой устанавливает объем дополнительных работ, производит лично осмотр оборудования и узлов, обеспечивающих безопасность движения, а также таких, неисправность которых устранена или только обнаружена машинистом в пути следования. По записям машинистов устраняют

до 70% всех отказов и повреждений, ликвидируемых при техническом обслуживании ТО-2.

По представлению мастера или машиниста-инструктора машинист, виновный в неудовлетворительном техническом обслуживании электровоза, может быть лишен талона предупреждений.

Техническое обслуживание ТО-2 маневровых и вывозных электровозов выполняют локомотивные бригады или слесари, а при управлении локомотивом одним лицом — слесари с участием машиниста.

Экипировку и уборку, как правило, совмещают с техническим обслуживанием ТО-2 и одновременно заполняют бункера песочниц.

Периодичность выполнения технического обслуживания ТО-2 устанавливает начальник дороги с учетом надежности электровозов каждой серии, режимов эксплуатации, размещения пунктов технического обслуживания и протяженности плеч обращения локомотивов. Однако при любых условиях ТО-2 выполняют не реже чем через 48 ч.

Продолжительность технического обслуживания ТО-2 грузовых электровозов не превышает 1 ч, а пассажирских электровозов — 2 ч. Трудоемкость ТО-2 составляет 5—10 чел.-ч.

Техническое обслуживание ТО-3 (профилактический осмотр) необходимо для более тщательного и более глубокого по сравнению с техническим обслуживанием ТО-2 контроля состояния электровоза между текущими ремонтами. Электровоз снимают с эксплуатации и ставят в основное депо с перечислением в неэксплуатируемый парк. Продолжительность технического обслуживания ТО-3 составляет 4—6 ч, а трудоемкость возрастает по сравнению с ТО-2 в 8—10 раз.

Текущий ремонт ТР-1 (малый периодический ремонт) выполняют с целью более глубокой по сравнению с ТО-3 проверки состояния всего оборудования с использованием средств технического диагностирования или путем проведения ревизии. Под ревизией понимают проверку состояния деталей, недоступных для наружного осмотра и требующих для этого снятия кожухов, корпусов, крышек и картеров и частичной или полной разборки узла.

Ревизии оборудования электровозов на периодических ремонтах чередуются в определенной последовательности. При каждом ремонте ТР-1 производят ревизию автотормозного оборудования и проверку состояния скоростемеров и радиостанций.

Через один текущий ремонт ТР-1 производят ревизию моторкомпрессоров, зубчатых передач колесно-моторных блоков, токоприемников, золотникового питательного клапана и периодический ремонт скоростемеров.

Для равномерной загрузки комплексной бригады и уменьшения простоя электровозов на каждом ремонте ТР-1 производят ревизию половины перечисленных узлов электровоза.

При ремонте ТР-1 производят восстановление или замену поврежденных наибольшему износу и легко доступных деталей. Во все основные узлы электровоза добавляют смазку. Простой при ремон-

те ТР-1 равен 8—10 ч, а трудоемкость возрастает по сравнению с техническим обслуживанием ТО-3 примерно в 3 раза.

Текущий ремонт ТР-2 (большой периодический ремонт) отличается от ТР-1 необходимостью выполнения следующих дополнительных работ: ревизии основных и дополнительных опор с подъемкой кузова; ревизии сочленения тележек или амортизаторов между тележками с их разъединением; ревизии цилиндров уравнивателя осевых давлений электровозов ЧС1 и ЧС3, редукторов колесных пар, буксовых роликовых подшипников, фрикционных аппаратов автосцепки, карданных приводов скоростемеров, воздухораспределителей автотормоза, пусковых резисторов (на электровозах ЧС2, ВЛ23 и ВЛ8 со снятием их с электровоза, а на ВЛ10 со снятием крыши или открыванием крышевых люков), переключателей отечественных электровозов; промывки аккумуляторной батареи; проверки регулировки защитной аппаратуры; ревизии компрессоров; ревизии щеткодержателей тяговых двигателей со снятием с электровоза; проверки межсекционных соединений цепей управления; ревизии быстродействующих выключателей; пропарки и последующей промывки главных резервуаров.

Простой при ремонте ТР-2 равен 0,8—1,6 сут, а трудоемкость увеличивается по сравнению с ремонтом ТР-1 в 1,5—2,0 раза.

Текущий ремонт ТР-3 (подъемочный ремонт) является основным видом ремонта, позволяющим в условиях депо восстановить исправность и работоспособность электровоза.

При ремонте ТР-3 выполняют подъемку кузова и выкатку тележек; снятие для ремонта с разборкой тяговых двигателей и выкатку колесных пар; осмотр и ремонт рам; разборку и ремонт сочленения тележек; освидетельствование и обточку колесных пар; ремонт буксового узла с заменой изношенных элементов; осмотр и ремонт рессорного подвешивания с разборкой; ремонт тормозной рычажной передачи; ревизию и ремонт ударно-цепных устройств; осмотр и ремонт центральных и дополнительных опор и поворотных цапф кузова; проверку состояния рамы, дверей, окон и других частей кузова с исправлением дефектов; наружную окраску кузова и крыши; окраску кабин.

Большую часть аппаратов снимают с электровоза для выполнения ревизии, ремонта и регулировки. Производят регулировку защитной аппаратуры и реле, проверку измерительных приборов, промывку аккумуляторной батареи, осмотр и проверку целостности изоляции проводов и их крепления.

Проверяют состояние и производят ремонт тормозного и пневматического оборудования и компрессоров, осмотр и промывку воздушных резервуаров или гидравлическое испытание их в соответствии со сроками, осмотр, очистку и продувку воздухопроводов.

В обязательном порядке проверяют состояние и при необходимости ремонтируют защитные устройства, обеспечивающие безопасность эксплуатации электровоза, автоматическую локомотивную сигнализацию, автостопы, скоростемеры и радиостанцию.

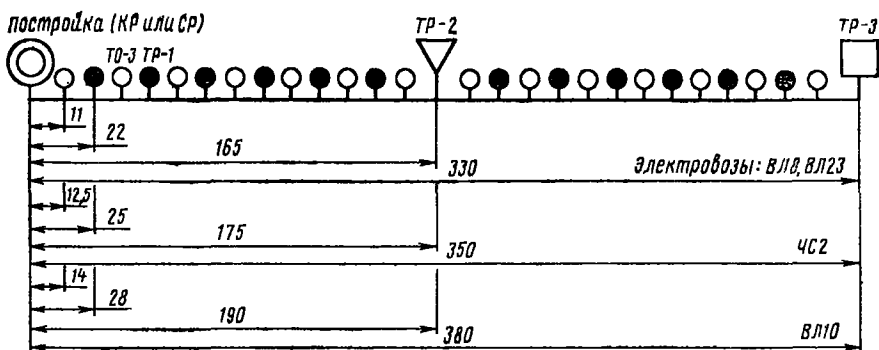


Рис. 283. Цикличность выполнения технического обслуживания ТО-3 и текущих ремонтов электровозов в тыс. км

Простой электровозов при текущем ремонте ТР-3 составляет 2,5—3,0 сут. Объем работ при текущем ремонте ТР-3 больше по сравнению с ремонтом ТР-2 примерно в 6 раз.

Средний ремонт (СР) служит для восстановления эксплуатационных характеристик электровозов ремонтом или заменой только изношенных или поврежденных составных частей. Кроме того, при среднем ремонте обязательно проверяют техническое состояние остальных составных частей с устранением обнаруженных неисправностей. При необходимости при среднем ремонте производят капитальный ремонт отдельных основных частей.

Простой при среднем ремонте 14—16 сут, объем работ больше по сравнению с текущим ремонтом ТР-3 в 3—5 раз.

Капитальный ремонт (КР) производят для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса электровозов с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые, и их регулировкой. Если это возможно, некоторые основные части электровоза при капитальном ремонте ремонтируют в объеме среднего ремонта. Простой при капитальном ремонте 18—20 сут. Объем работ больше по сравнению со средним ремонтом в 3—4 раза.

Пробег до капитального ремонта соответствует 10—13 годам работы электровоза. Таким образом, при сроке службы 30—40 лет электровоз в среднем два раза подвергается полному обновлению в сочетании с модернизацией отдельных узлов.

Техническое обслуживание ТО-3 и текущие ремонты всех видов производят в основных локомотивных депо комплексными и специализированными бригадами, а средний и капитальный ремонты электровоза выполняют на электровозоремонтных заводах (с периодичностью), показанной на рис. 283 и 284. Допускается производство среднего ремонта электровозов в крупных, хорошо оснащенных локомотивных депо по специальному указанию МПС. С целью равномерной загрузки ремонтных цехов депо и заводов поста-

новку электровозов на техническое обслуживание ТО-3, текущие, средний и капитальный ремонты допускается производить с отклонением $\pm 10\%$ от норм, установленных приказом министра.

Существенная часть оборудования электровоза требует выполнения технического обслуживания и текущего ремонта вне связи с пробегом локомотива, а в зависимости от времени его службы.

Один раз в месяц производят текущий осмотр скоростемера и его привода, дешифраторов, переключателей направления и усилителей АЛСН и переключателей ЭПТ.

Один раз в три месяца устройства АЛСН проверяют и регулируют в большем объеме. Радиостанцию снимают с электровоза для проверки. Чистят и регулируют антенну и проверяют состояние антенно-согласующего устройства. Манометры и предохранительные клапаны снимают с электровоза для проверки и регулировки. Производят техническую ревизию букс колесных пар.

Один раз в четыре месяца производят ревизию тормозных цилиндров.

Один раз в шесть месяцев производят ревизию и ремонт всех устройств АЛСН.

Один раз в год заменяют все воздушные рукава. Все электрические измерительные приборы и вилтовый разрядник снимают с электровоза для проверки и планового ремонта.

Один раз в два года снимают для проверки добавочные резисторы к электрическим измерительным приборам.

Обычно выполнение этих работ приурочивают к соответствующим по пробегам видам технического обслуживания или ремонта.

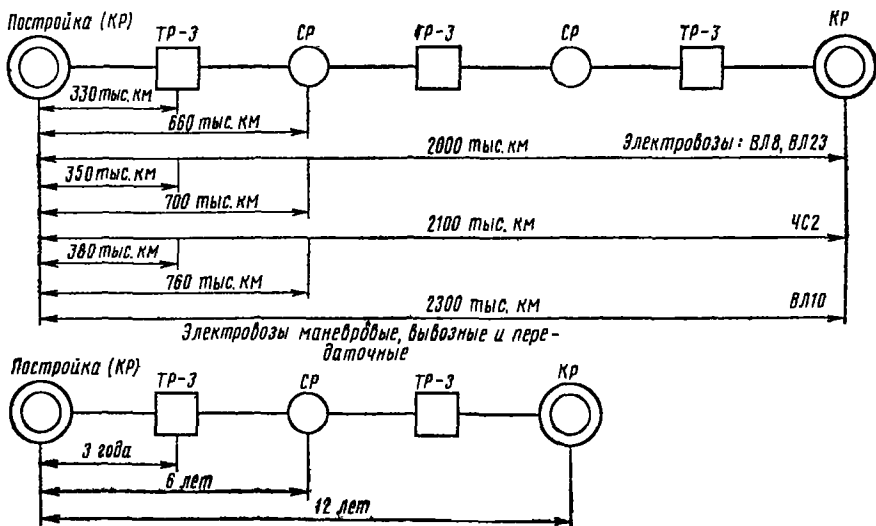


Рис. 284. Цикличность выполнения текущего ТР-3, среднего и капитального ремонтов электровозов

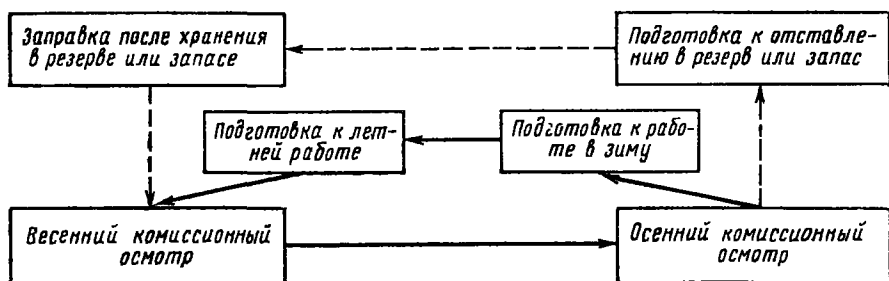


Рис. 285. Цикл работ, выполняемых в зависимости от времени года

Проведение ряда работ по техническому обслуживанию и ремонту электровоза определяется изменением условий эксплуатации в зависимости от времени года. До наступления похолодания и снегопадов в депо начинают готовить электровозы к зиме с таким расчетом, чтобы закончить подготовку до 15 октября на дорогах Урала, Сибири, Дальнего Востока и Севера и до 1 ноября на остальных (рис. 285).

Осенний комиссионный осмотр электровозов проводят обычно с 1 сентября по 10 октября, а весенний — с 1 апреля по 10 мая.

§ 89. Общие вопросы технического обслуживания и ремонта

Основными документами, определяющими требования к техническому обслуживанию и ремонту, являются ГОСТы, ПТЭ, Правила текущего ремонта и технического обслуживания электровозов, Правила ремонта тяговых электродвигателей и вспомогательных машин, инструкции МПС, технологические карты, чертежи деталей и узлов и карты смазки узлов.

Для каждого электровоза и его ответственных узлов и агрегатов в депо ведут технический паспорт, а также дополнительную документацию для регистрации наиболее ответственных работ: освидетельствования, ревизий и измерений. Основные ремонты электровоза регистрируют в цеховом журнале ремонта.

Ремонт и техническое обслуживание электровозов в современных условиях базируются на взаимозаменяемости, унификации и стандартизации деталей и узлов.

Взаимозаменяемость заключается в возможности полной замены однотипных деталей, узлов и агрегатов. Она позволяет осуществить агрегатный метод ремонта, при котором основные узлы и агрегаты локомотива снимают с него и заменяют новыми или заранее отремонтированными.

Наличие износов в узлах сопряжения деталей затрудняет их взаимный подбор при заменах. Чтобы избежать индивидуальной

подгонки «по месту», используют метод градаций ремонтных размеров. Новые и ремонтируемые детали доводят до строго определенных 3—5 градаций.

Существует однако ряд условий, ограничивающих широкое использование метода градаций: увеличивается число запасных деталей и усложняется материально-техническое снабжение ремонтного производства, затрудняется обеспечение надежности узла.

Возможности использования агрегатного метода ремонта расширяются благодаря унификации — использованию однотипных деталей и узлов на электровозах различных серий. Стандартизация является более высокой ступенью унификации, когда одна и та же деталь или узел могут быть использованы в различных отраслях народного хозяйства.

С расширением взаимозаменяемости все большую долю трудоемкости ремонта составляют демонтаж, монтаж и регулировка заранее заготавливаемых машин, узлов и деталей.

Технологический процесс ремонта электровоза в общем случае включает в себя подготовку к ремонту, контроль состояния электровоза перед началом ремонта с целью определения состава и объема ремонтных работ, выполнение собственно ремонта и технического обслуживания и контроль состояния электровоза при выпуске из ремонта с целью оценки качества выполнения работ и готовности электровоза к эксплуатации.

При подготовке к ремонту производят обмывку электровоза моечной машиной с установленными вертикально вращающимися капроновыми щетками и соплами обмывки под давлением соответственно кузова и экипажной части. Для облегчения визуального контроля состояния деталей, сохранения их покрытия и предохранения от коррозии, а также для обеспечения чистоты в помещениях депо электровоз очищают.

До постановки электровозов на канаву ходовые части очищают (обдувают), а тяговые двигатели продувают сжатым воздухом. При очистке кузова грязь, пыль, пятна удаляют ветошью, смоченной в мыльном растворе, после чего поверхность промывают чистой водой и насухо протирают. Не допускается соскабливание или обтирка высохшей грязи и пыли сухими тряпками, протирка поверхностей керосином, употребление при промывке каустической соды или других растворителей.

В цехи депо, которые зимой отапливают и имеют плюсовую температуру, электровозы ставят с прогретыми тяговыми электродвигателями и вспомогательными машинами, в противном случае их подвергают сушке. Установкой для сушки тяговых двигателей (рис. 286) оборудуют одно в депо или все стойла ТО-3 и ТР-1.

Воздух, нагретый до температуры 100—150°С электрическим или паровым нагревателем 4, подается вентилятором 5 к тяговым двигателям 1 по трубопроводам 3 через брезентовые рукава 2.

Для очистки электровоза от пыли ремонтное стойло оборудуют вытяжными установками. Подсоединив установку к окну высоковольтной камеры, люку камеры пусковых резисторов или другим

местам, продувают их сжатым воздухом с одновременной вытяжкой пыли.

Контроль технического состояния электровоза может производиться человеком с использованием только органов чувств (такой контроль по внешнему виду, на слух, на ощупь, по запаху называется органолептическим) или с использованием вспомогательных измерительных приборов, или с применением современных средств технического диагностирования. В любом случае проведение контроля преследует две основные цели: определение исправности и работоспособности объекта в настоящее время и прогнозирование возможности его работы до следующего ремонта.

Все приборы, применяемые при контроле, подлежат регулярной проверке, без которой их использование не допускается. Например, шаблоны для измерения проката и толщины гребня бандажа колесной пары проверяют в депо не реже одного раза в два месяца с простановкой на них даты проверки. Большую часть измерительного инструмента и приборов, в том числе и конгршаблоны к указанным шаблонам, проверяют один раз в год в дорожных лабораториях.

В последние годы разрабатывают автоматизированные средства технического диагностирования. Выводы от датчиков, временно или постоянно установленных на электровозе, и из различных точек цепей силовой и управления обычно через стыковочное устройство подключают к блоку коммутаций (рис. 287) средства технического диагностирования. Через этот блок в любой момент проверки можно соединить между собой любые провода, идущие от объекта контроля и от средства диагностирования.

Область технической диагностики, включающая в себя средства и методы неразрушающего контроля с целью обнаружения дефектов материала деталей, называется дефектоскопией.

Наибольшее распространение для проверки состояния ответственных деталей подвижного состава из стали и других ферромагнитных материалов получила магнитная дефектоскопия. Проверяемую деталь намагничивают электромагнитом, основными деталями которого являются электрическая катушка 2 и стальной магнитопровод 3 (рис. 288). В местах дефектов магнитное поле в намагниченной детали претерпевает изменения. Трещина как бы разделяет деталь на два разноименных полюса. Если на поверхность детали нанести магнитный порошок (закись — окись железа) или его суспензию в масле, то порошок осядет вокруг трещины, четко обрисовывая ее контуры. Обычно используют порошки ПЖ4ОМ (порошок железный очень мелкий) и ПЖ4М с размером частиц в поперечнике соответственно не более 50—55 мкм и не более 70—75 мкм.

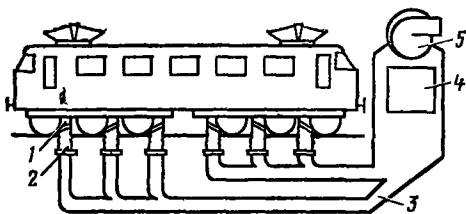


Рис. 286. Схема установки для сушки тяговых двигателей

При контроле шейки оси колесную пару для облегчения проворачивания устанавливают на катки 5. Суспензию магнитного порошка поливают из диамагнитной посуды на проверяемый участок оси. Для ее сбора используют сосуд 4. Участок наиболее вероятного появления трещин отмечен цифрой 1.

С помощью магнитного порошка можно обнаружить трещины и другие дефекты на глубине до 2 мм. Для деталей с темной поверхностью используют подкрашенный порошок или окрашивают в серебристый цвет деталь. После проверки деталь обязательно размагничивают.

Магнитной дефектоскопии в обязательном порядке подлежат оси и бандажи колесных пар, зубья шестерен и венцов и венцы зубчатых колес тягового редуктора, валы тяговых двигателей и вспомогательных машин, карданные валы тяговых двигателей электровозов ЧС, валы малых шестерен редуктора, шлицевые соединения и цапфы карданных муфт тягового привода электровозов ЧС, коленчатые валы, шатуны и шатунные болты компрессоров, коленчатый вал пневматического привода главного переключателя электровозов ЧС, полюсные болты тяговых электродвигателей, болты, подвески тяговых электродвигателей, вспомогательных машин и индуктивных шатунов и подвески тягового редуктора электровозов ЧС, подвески тормозной рычажной передачи и тормозных колодок, шкворни сочленений, поперечные и продольные балансиры, рессорные подвески тележек, проушины, средние подвески, подвесные болты, валики подвесок, серьги, цапфы подпрессорных брусьев, болты рессорного подвешивания, шкворни, буксовые поводки, рычаги и поводки фрикционных гасителей и листы рессор.

Магнитную дефектоскопию этих деталей производят при изготовлении и при таких ремонтах, когда производят разборку узла для ревизии или замены деталей.

Для обнаружения дефектов, не выходящих на поверхность, широко используют ультразвуковую дефектоскопию. Она основана на использовании пьезоэффекта: способности кристаллов некоторых веществ, например цирконата, титаната свинца, при приложении к ним переменной э. д. с. высокой частоты создавать механические колебания такой же частоты. Происходит и обратное,

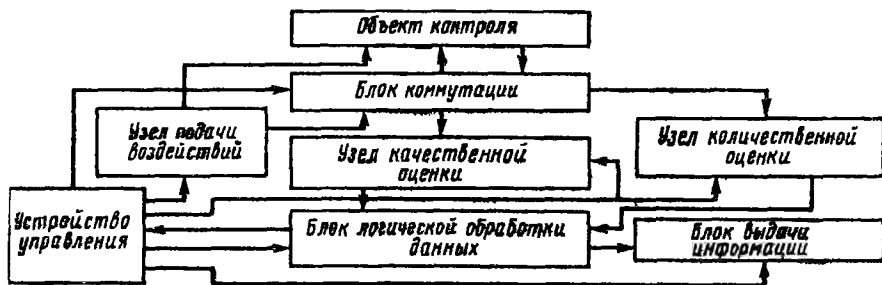


Рис. 287. Общая структура средства технического диагностирования

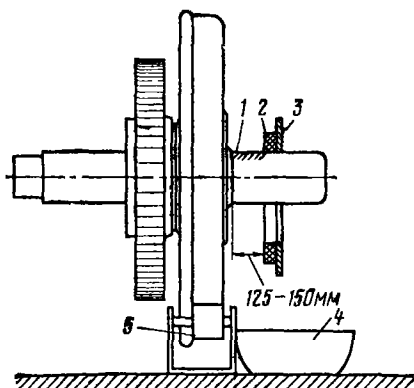


Рис. 288. Выявление трещины в шейке оси колесной пары магнитным дефектоскопом

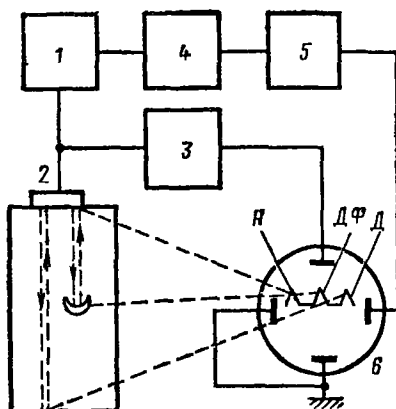


Рис. 289. Структурная схема ультразвукового эходефектоскопа

например, в звукоприемнике проигрывателя: при воздействии на кристалл внешних механических колебаний создается э. д. с. той же частоты.

Пластина из вещества, обладающего пьезосвойствами, является основным элементом искательной головки дефектоскопа. Если искательную головку 2 (рис. 289) положить пластинкой к поверхности проверяемой детали, например к торцу оси колесной пары, то посылкой к пластинке коротких электрических импульсов ультразвуковой частоты в теле детали можно возбудить механические колебания такой же частоты.

Волны, отраженные от дефектов и противоположной поверхности детали торца оси, возбуждают в пластине ответные импульсы — эхо-сигнал от дефекта ДФ и донный эхо-сигнал Д. Вместе с начальным сигналом Н эти эхо-сигналы, усиленные элементами приемно-усилительного тракта 3, можно наблюдать в виде пиков на экране электронно-лучевой трубки 6 или регистрировать самозаписывающим устройством. Генератор электрических импульсов 1 связан с трубкой 6 через хронизатор 4 и генератор развертки 5.

Чувствительность метода очень высока: при оптимальных условиях контроля на частоте 2—4 МГц можно обнаружить дефекты, отражающая поверхность которых имеет площадь 1 мм². В заводских условиях используют автоматизированные стелы для ультразвуковой дефектоскопии определенных узлов, например колесных пар. Структура такого стенда технического диагностирования соответствует, показанной на рис. 287.

В некоторых случаях для обнаружения трещин на деталях сложной конфигурации и при проверке деталей из диамагнитных материалов применяют цветную дефектоскопию. Обезжиренную ацетоном поверхность обильно смачивают жидкостью, осно-

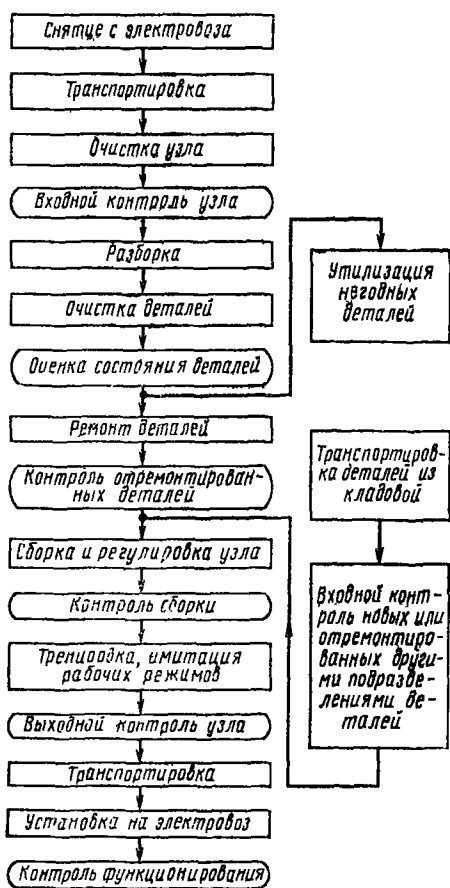


Рис. 290. Общая структура технологического процесса ремонта узла электровоза

ремонтируемых деталей и узлов от одной технологической операции к другой представляет собой главную черту поточного метода ремонтного производства. Основным звеном поточного производства является поточная линия, которая представляет собой совокупность рабочих мест и производственных агрегатов, расположенных в последовательности прохождения операций технологического процесса ремонта.

На одной из начальных позиций поточных линий обычно устанавливают моечную машину для очистки деталей и узлов. В зависимости от размеров и материалов деталей используют несколько типов и модификаций моечных машин (рис. 291).

Моечные машины ММД-12Б и ММД-13Б могут быть использованы для обмывки рам тележек, колесных пар и других деталей, длина которых соответственно не превышает 8250—8900 мм.

ву которой обычно составляет керосин с добавкой трансформаторного масла, скипидара и краски. Жидкость собирается в трещине и высыхает на поверхности. После протирки поверхности ветошью на нее наносят тонкий слой измельченного мела или каолина. Через некоторое время из трещины на высохшей меловой поверхности проступит подкрашенная жидкость и четко обрисует контур трещины.

Каждый узел электровоза при ремонте проходит ряд технологических операций, которые в общем виде представлены на рис. 290. В конкретных условиях для определенного узла ряд операций могут не выполняться. Например, ремонт узла можно выполнять без снятия с электровоза.

На рис. 290 транспортировка показана для простоты только в начале и в конце технологического процесса. В действительности потребность в транспортировке может возникнуть в большем числе случаев. Поступательное и планомерное движение

21600 для ММД-12Б
23600 для ММД-13Б

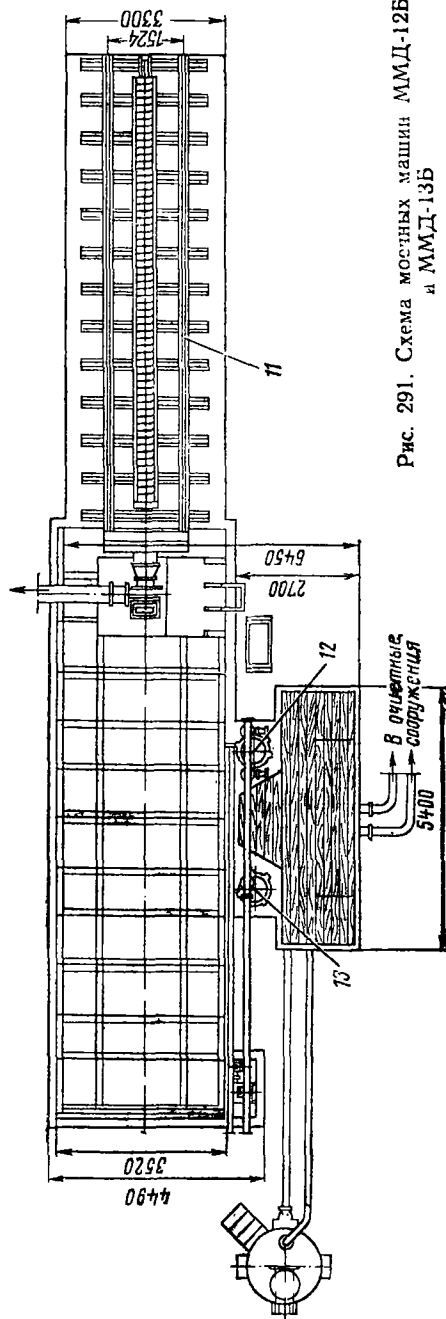
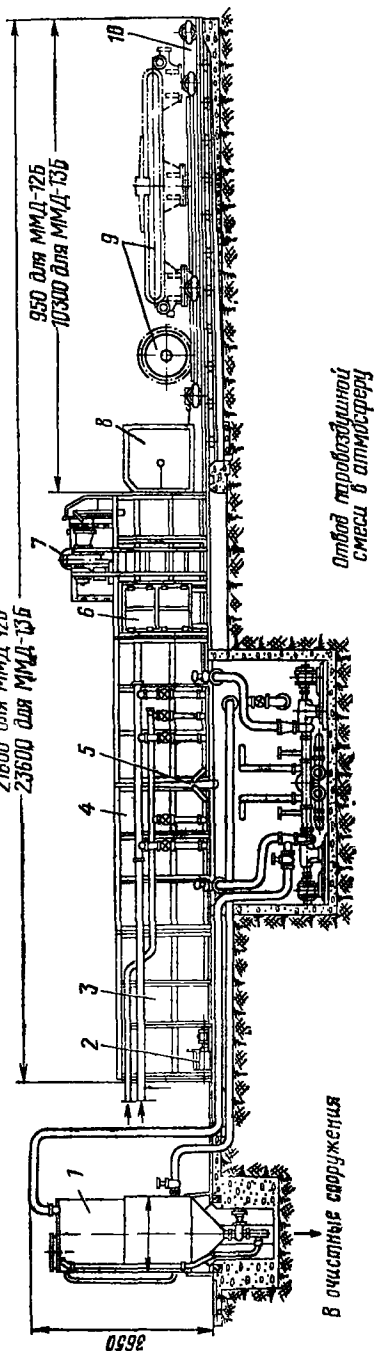


Рис. 291. Схема мостных машин ММД-12Б и ММД-13Б

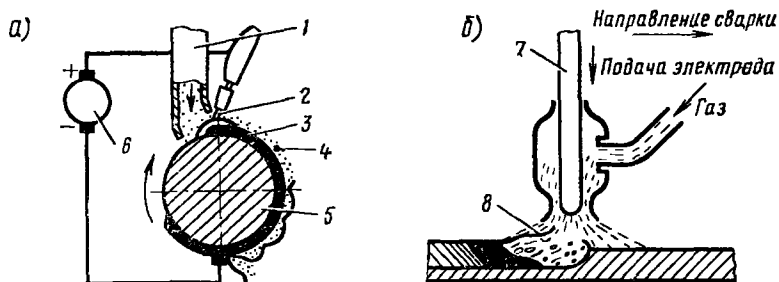


Рис. 292. Схемы наплавки деталей под слоем флюса (а) и в среде защитного газа (б)

Моечная машина для очистки роликовых буксовых подшипников оборудована двумя ваннами. В первой производят предварительную мойку, а во второй — чистовую обмывку. Наиболее часто для обмывки деталей используют щелочные растворы, а иногда и кислотные. После использования моющего средства детали обмывают водой под давлением. Температура раствора и воды во время обмывки поддерживается в пределах 80—85° С.

Обмываемые детали 9, например колесная пара и рама тележки, на тележке 10 конвейера по рельсам 11 через открытую дверь 8 подают в обмывочную камеру 4 из нескольких секций 3. Подача раствора и горячей воды соответственно от баков 12 и 13 осуществляют с помощью рукоятки 5. Основные аппараты управления установлены в шкафу 6. Для вентиляции используют вентилятор 7, для сбора и очистки моющего раствора — отстойник 1 и фильтры 2.

Для очистки ответственных деталей, подвергающихся интенсивному загрязнению, применяют дробеструйные аппараты, где для ударного воздействия на очищаемый объект используют твердые очищающие вещества, например дробь или косточковую крошку.

Важной частью общей технологии ремонта является восстановление и упрочнение поверхностей деталей. Наибольшее распространение при ремонте получили газовая и электродуговая наплавка и сварка деталей. Ответственные детали для улучшения состава и структуры наплавленного металла, защиты его от воздействия кислорода воздуха и в других целях наплавливают под слоем флюса или в среде защитных газов. При вибродуговой наплавке электрод подают через вибрирующий держатель.

Источником электроэнергии является сварочный агрегат 6 (рис. 292). К электроду 2 (7) по трубке 1 флюс или инертный газ. По мере наплавления металла 3 (8) электрическая дуга постепенно перемещается на новые участки детали 5. В ходе наплавки деталь охлаждают. После остывания шлаковую корку 4 срубают.

При подготовке к заварке трещин по ее концам засверливают отверстия, а края разделяют под сварочный шов. Наплавленные

поверхности обрабатывают на токарных, фрезерных или строгальных станках.

Сварочные работы в местах, имеющих неогнестойкую термо- и электроизоляцию или деревянные части, производят только после разборки и удаления этих частей из мест соприкосновения с нагреваемым металлом.

Чисто обработанные поверхности деталей, электрические аппараты и провода, неогнестойкие части электровоза, расположенные вблизи места производства сварочных работ, обязательно закрывают асбестовым листом или другим подобным материалом во избежание попадания на них брызг расплавленного металла или касания электродом.

При электросварке обратный провод присоединяют по возможности ближе к месту сварки. Воздействие сварочного тока на буксовые и другие подшипники качения электровоза и его оборудования недопустимо. Подготовку к сварке и выполнение работ проверяет мастер.

Для повышения прочности деталей используют механический, термический, химико-термический и гальванический способы упрочнения. Поверхности листов рессор упрочняют путем дробеструйного наклепа.

При термической закалке деталь нагревают в пламенной или муфельной печи до определенной температуры и затем охлаждают в подсоленной воде или масле. Применяют также поверхностную закалку токами высокой частоты. Упрочняя поверхности деталей, подверженные износу (валики, зубья шестерен, скользуны), стремятся сохранить вязкость глубинных слоев металла детали для лучшего сопротивления ударным нагрузкам.

Поверхность, работающих в наиболее напряженных условиях деталей железнодорожного сочленения, опор кузовов, рессорного подвешивания, упрочняют путем цементации (насыщение углеродом поверхностных слоев низкоуглеродистых сталей), азотирования (внесения в поверхностные слои стали азота) или цианирования (одновременное внесение углерода и азота в газообразной среде).

Большое распространение получили гальванические методы: железнение, электролитическое хромирование и никелирование и цинкование. Суть методов заключается в выделении металла из электролита на поверхность детали. Погруженная в электролит деталь является одним из электродов.

Изношенные на глубину до 2,5 мм поверхности валов, посадочные поверхности колец подшипников, букс и подшипниковых щитов тяговых двигателей восстанавливают железнением. Подверженные усиленному трению шейки коленчатых и кулачковых валов и стальные кулачки аппаратов восстанавливают хромированием. Для защиты от коррозии стальных деталей аппаратов, крепежных болтов, гаек, шайб, шурупов и шпилек применяют цинкование. Никелирование используют в основном для декоративно-защитных целей.

Из полимерных материалов наиболее часто используют при ремонте синтетический клей — элаэтомар ГЭН-150. Его применяют

обычно для повышения прочности прессовых посадок и восстановления изношенных посадочных поверхностей, а иногда для защиты от коррозии и заделки трещин в металлических узлах, работающих на сжатие.

Для соединения деталей, заделки трещин, восстановления изношенных поверхностей, ремонта изоляционных покрытий и при других ремонтных работах применяют эпоксидные смолы. Смола затвердевает при внесении в нее отвердителя. Для придания материалу необходимых свойств в смолу замешивают разнообразные измельченные наполнители.

Изношенные поверхности валиков в некоторых случаях восстанавливают путем напыления слоя капрона. Широко практикуется изготовление нетиповых деталей из капрона с помощью прессовых установок.

Для ремонта изоляции аппаратов, изготовленной на основе эпоксидной смолы, успешно применяют самотвердеющий технический акрилат АСТ-Т.

Ремонт электровоза представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных работ. Для планирования сроков выполнения работ, распределения рабочей силы, использования производственных агрегатов и площадей и организации материально-технического снабжения используют сетевые графики (рис. 293), т. е. графики сетевого планирования и управления (СПУ).

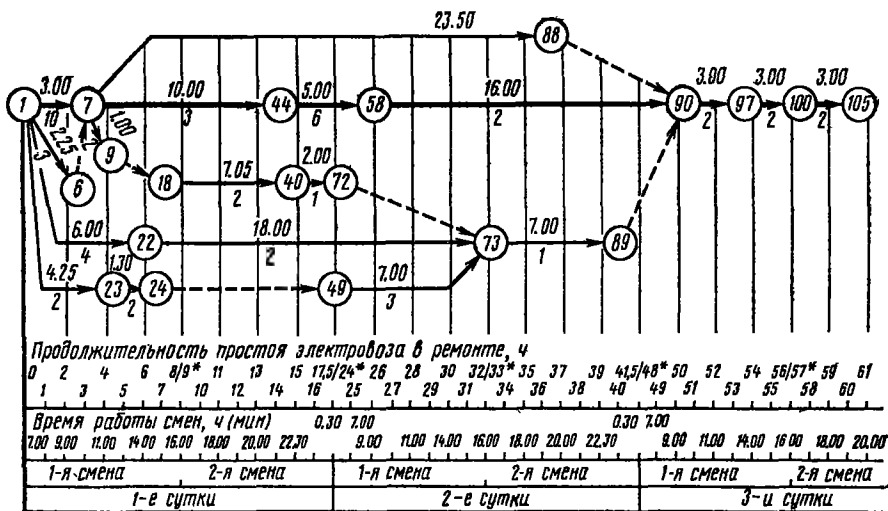
Прямыми линиями на сетевом графике изображают работы, а кружками — события, представляющие собой факт начала и окончания работы.

Работа на сетевом графике обозначена номерами начального и конечного событий. Над чертой обычно указывают продолжительность работы, а под чертой — число рабочих, занятых на ее выполнении.

Если работа начата из некоторого события, которым оканчивают несколько других работ, то это означает, что данную работу можно начать только после выполнения всех предшествующих этому событию работ. Связи между событиями, не требующие затрат времени, называются фиктивными работами, их обозначают штриховой линией.

Путь от исходного события до завершающего, имеющий наибольшую продолжительность, называется критическим. Таких путей может быть несколько, их выделяют на сетевом графике, и в ходе ремонта своевременному выполнению работ, лежащих на этих путях, уделяют преимущественное внимание.

На рис. 293 критический путь включает в себя следующие работы: 1—7 — подготовка к подъёмке и подъёмка кузова, выкатка тележек; 7—44 — ремонт кузовного оборудования; 44—58 — подкатка отремонтированных тележек из переходного комплекта и опускание кузова, регулировка дополнительных опор; 58—90 — монтаж кузова с тележками; 90—97 — испытание электровоза под высоким напряжением; 97—100 — обкатка электровоза; 100—105 — сдача электровоза после ремонта. Лежащую на критическом пути работу



* — изменение продолжительности простоя за счет перерыва на обед и простоя в ночное время

Рис. 293. Часть сетевого графика ремонта ТР-3 электровоза ВЛ8

7—44 можно начать только после окончания работ 1—7 и 1—6 — демонтаж кабельных выводов тяговых двигателей.

К выполнению работы 73—89 — испытание пневматического оборудования — можно приступить только после завершения следующих работ: 1—22 и 22—73 — демонтаж и монтаж автотормозного оборудования из переходного комплекта; 1—23, 23—24 и 49—73 — соответственно демонтаж мотор-вентиляторов НБ-480А, преобразователей НБ-429А и мотор-компрессоров НБ-431А, очистка и ремонт фундаментов снятых вспомогательных машин и монтаж вспомогательных машин из переходного комплекта; 7—9, 18—40 и 40—72 — соответственно демонтаж, ремонт и монтаж пневматических приборов управления.

Испытание электровоза под высоким напряжением (работа 90—97) можно начинать после завершения практически всех работ по его ремонту, а из показанных на сетевом графике — 73—89, 58—90 и 7—88 (7—88 — ремонт кузовного оборудования электровозов).

Оптимизируя график в ходе разработки, стремятся уменьшить продолжительность работ, лежащих на критических путях, или число этих работ и равномерно распределить нагрузку между исполнителями. В окончательном варианте сетевой график ремонта обычно наносят на временную сетку.

Контроль за исполнением сетевых графиков в большинстве депо возложен на диспетчера, получающего информацию о выполнении работ и координирующего работу цехов, отделений, мастерских, кладовых и других подразделений.

§ 90. Ремонт механической части

В общем объеме работ по ремонту электровоза и особенно механической части большую долю занимает разборка и сборка. При контроле состояния механической части и оценке качества сборки не должны остаться незамеченными любые изменения внешнего вида и привычного состояния узлов: нарушения целостности, положения, взаимного расположения, правильности установки и закрепления деталей.

При креплении деталей электровоза правилами ремонта запрещено: оставлять или устанавливать вновь болты и гайки, имеющие разработанную, сорванную или поврежденную резьбу; забитые грани, а также оставлять болты и шпильки, не соответствующие размерам отверстий в соединяемых деталях.

Отверстия под болты и заклепки при относительном смещении их в соединяемых деталях, не допускающем прохождения болта или заклепки соответствующего размера, выверяют рассверловкой или развертыванием, либо заваривают и вновь просверливают. Раздача отверстий оправкой не допускается. Заусенцы и острые края отверстий под заклепки обязательно снимают зенковкой.

Резьбовые соединения предохраняют от ослабления постановкой пружинной шайбы, шпильки или контргайки. Шпилька должна стоять не более 3 мм от гайки и концы ее разведены на 60—70°, а шпилька у корончатой гайки должен утопать в шлицах не менее чем на 75% своего диаметра.

Заклепки должны заполнять отверстия и плотно сжимать соединяемые детали. В ответственных соединениях на расстоянии 25 мм от оси заклепки щуп толщиной 0,1 мм не должен проходить между соединяемыми деталями. За пределами этого расстояния допускаются местные зазоры до 0,5 мм.

Головки заклепок должны быть полномерными, без зарубок, вмятин, плотно прилегать к соединяемым деталям и располагаться центрально по отношению к оси стержня. Головки потайных заклепок не должны выступать от поверхности листа более чем на 1 мм. Заклепки подлежат замене при наличии признаков ослабления, что обнаруживают по дребезжанию при остукивании молотком, трещин в головках и других признаках повреждения. Запрещены подсадка и подчеканка слабых заклепок как в холодном состоянии, так и при нагреве только их головок.

Во избежание излома электровозных деталей и образования трещин запрещено ставить зубилом какие-либо пометки и знаки на рамах тележек и кузова, буксах, колесных парах, шестернях, рессорах, рессорных подвесках, тягах и других частях. По этой же причине не допускаются забоины, зарубины, прожоги и другие повреждения на деталях оборудования электровозов. Необходимые клейма на деталях наносят только в местах, предусмотренных чертежами и инструкциями МПС.

В настоящее время в крупных депо ТО-3 и ремонты ТР-1 и ТР-2 в основном выполняют в специализированных механизиро-

ванных стойлах. Пол в таких стойлах обычно делают на 500—600 мм ниже уровня подошвы рельса для удобства осмотра и ремонта экипажной части. Для осмотра и ремонта кузова и крыши на различных уровнях устраивают площадки и эстакады. Для смены буксовых рессор, вывешивания колесной пары с целью прослушивания работы подшипников или выполнения других работ под каждой буксой всех колесных пар в полу механизированного стойла постоянно установлены гидравлические домкраты.

Смену автосцепки, фрикционного аппарата, шапок моторно-осевых подшипников и других тяжелых деталей и узлов под кузовом электровоза производят с помощью перемещающихся вдоль смотровой канавы тележек с подъемными механизмами. С наружной части электровоза для снятия и постановки тяжелых деталей и подвешивания механизированного инструмента установлены локтевые краны, поворотные консоли и крюки для подвешивания тали или противовесов.

Для ввода и вывода электровозов из стойла используют низковольтный агрегат напряжением 220—280 В постоянного тока и достаточно длинный кабель с барабаном для его намотки.

При обнаружении повреждения тяговых двигателей, колесной пары и зубчатой передачи или других элементов колесно-моторного блока при опорно-осевом подвешивании двигателя весь блок может быть заменен без большой разборки электровоза. Для этого используют скатоопускную канаву с электроподъемником. При рамном подвешивании тягового двигателя таким образом производят замену только колесной пары с тяговым редуктором.

Перед выкаткой снимают все детали, мешающие опусканию колесной пары, и ставят под нее клинья 8 (рис. 294). Опорный домкрат 9 подводят под раму тележки, под тяговый двигатель 1 подводят домкрат 2 подъемника, а под рессору 11 закладывают ломики 10.

Гайки подъемника, перемещающиеся по винтам 4, получают вращение от электродвигателя 7 через редукторы 3. После опускания колесно-моторного блока тележка 5 подъемника перемещается в подкрановое поле по рельсам 6.

Для выемки оборудования из кузова электровоза обычно снимают крышу или отдельные ее части. Снятие и постановку крыши, токоприемников и оборудования, расположенного в кузове, производят с помощью мостового крана.

При ремонтах ТР-2, ТР-3, среднем, капитальном и внеплановом, когда требуется поднять кузов и выкатить тележки, применяют установленные на фундаментах консольные домкраты. Комплект из четырех домкратов имеет грузоподъемность 80—100 т. Домкраты устанавливают только под домкратные опоры кузова, так как в других местах кузовная рама на такую нагрузку не рассчитана и может быть повреждена. Под опоры кузова подкладывают деревянные бруски толщиной не менее 20 мм, предохраняющие их от скольжения и смятия.

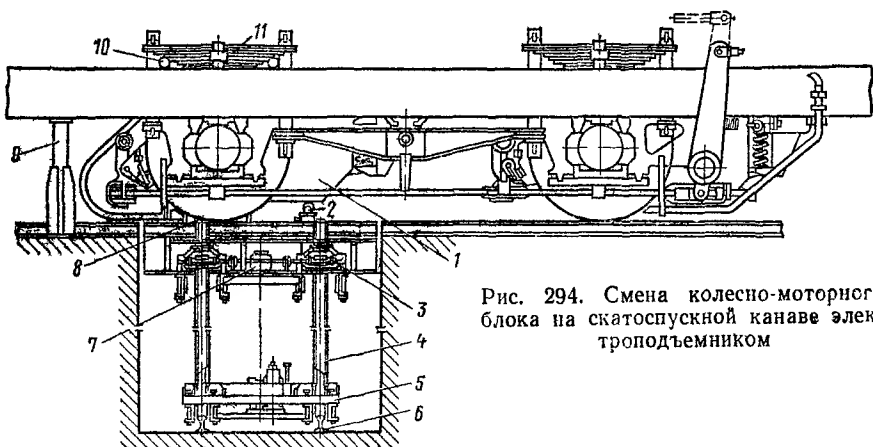


Рис. 294. Смена колесо-моторного блока на скатоспускной канаве электротропдемником

Домкраты снабжены электрическими приводами, имеющими одинаковую скорость подачи и общий пост управления для пуска и остановки их. Этим обеспечивается необходимая одновременность подъема или опускания кузова во всех четырех точках с одинаковой скоростью, так как перекосы могут вызвать искривление рамы, стен и других частей кузова.

Прежде чем приступить к подъему кузова, разъединяют все элементы связывающие кузов с тележками: выводные провода тяговых двигателей, резиновые рукава напорной и тормозной магистралей, рукава песочниц, вентиляционные патрубки, тяги ручного тормоза, провода скоростемера, автостопа и локомотивной сигнализации, кабели заземляющих устройств на буксах, тяги амортизаторов, гайки ограничительных болтов скользунов кузова. Выполняют также некоторые дополнительные операции, определяемые конструктивными особенностями локомотива. Например, на электровозе ЧС2 снимают аккумуляторную батарею и отсоединяют от кронштейнов кузова поперечную балку, несущую ящики аккумуляторной батареи. При подъеме и опускании кузова, выкатке и подкатке тележек нельзя находиться в кузове электровоза и между кузовом и тележками.

При плановых ремонтах до подъема кузова измеряют зазоры в скользящих опорах кузова, прогибы рессор под нагрузкой и ряд других величин, необходимых для дальнейших работ. Тележки, не связанные между собой межтележечным сочленением, соединяют и выкатывают с помощью лебедки или подсоединяют один-два двигателя к агрегату ввода и вывода электровоза под низким напряжением.

Для разгрузки домкратов кузов опускают на подставки или монтажные тележки, предварительно осмотрев и отремонтировав опоры кузова.

Тележки устанавливают на позиции разборки. На чехословацких электровозах с рамным подвешиванием разборку начинают со

снятия тяговых двигателей с тележки мостовым краном. На электровозах с опорно-осевым подвешиванием тяговых двигателей при разборке тележек производят, как правило, выкатку колесно-моторных блоков. Для сжатия пружин траверсы несколько поднимают тяговый двигатель установленным под него домкратом или мостовым краном и стягивают траверсу болтами или специальными скобами. Затем, опуская двигатель на опору, траверсу разгружают и сдвигают в сторону. Для снятия подвески двигателей на электровозах ВЛ10 их разгружают аналогичным способом.

При разборке тележек с челюстными буксовыми узлами для выкатки колесных пар необходимо снять подбуксовые струнки и разъединить тормозные тяги. Для определения имеющегося натяга предварительно измеряют вертикальные зазоры между рамой и струнками до их снятия, а также размечают каждую струнку по своему буксовому вырезу рамы с тем, чтобы не перепутать их при установке и не нарушить подгонку.

Для выкатки колесных пар при разборке тележек на чехословацких электровозах разъединяют подвески редукторов и освобождают буксы электровоза так же, как это делают при смене одной колесной пары.

На электровозе ВЛ10 для выкатки колесных пар отсоединяют поводки букс и рессорные подвески.

Перед снятием рамы тележки с нее снимают для проверки и ремонта детали тормозной и рычажной передачи и рессорного подвешивания и по возможности освобождают от других деталей. При наличии в цехе мостового крана грузоподъемностью на 30 или 15 т (или двух кранов по 10 т) раму 2 (рис. 295) каждой тележки поднимают с помощью тросов 1 одновременно за оба конца, снимают с колесных пар 3 и устанавливают на отведенное для нее место (см. рис. 293).

Сборку тележек обычно производят в обратном порядке с использованием тех же приспособлений и оборудования. В некоторых депо, выкатив тележки для разборки в одну сторону, с другой стороны собирают для подкатки тележки из агрегатов и узлов переходного комплекта.

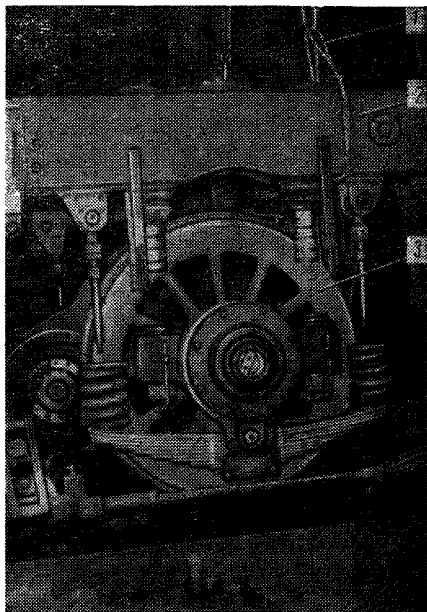


Рис. 295. Снятие рамы тележки электровоза ЧС2

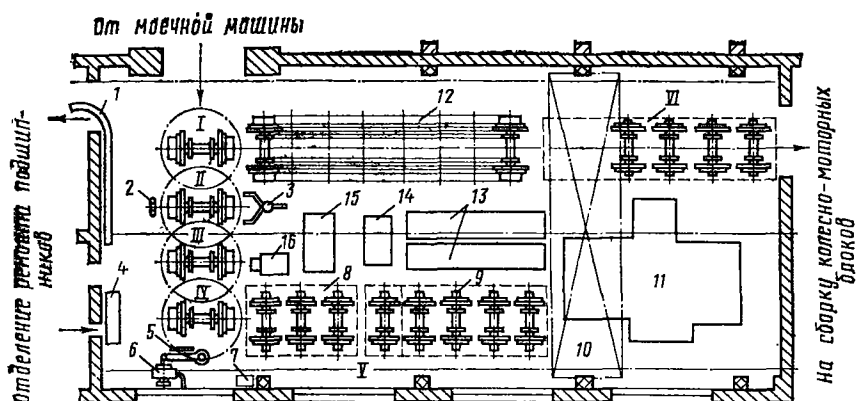


Рис. 296. Поточная линия ремонта колесных пар электровоза ВЛ10

В настоящее время при ТР-3, среднем и капитальном ремонтах все основные снятые с электровоза блоки, агрегаты, аппараты и узлы ремонтируют на поточных линиях, обычно начинающихся в цехе разборки электровоза. Вариант поточной линии ремонта колесных пар при ТР-3 показан на рис. 296.

В большинстве депо при ремонте ТР-3 колесные пары ремонтируют без смены элементов с выполнением обыкновенного освидетельствования. Его производят во всех случаях подкатки колесной пары под электровоз. Оно включает в себя все проверки, предусмотренные осмотром колесных пар под электровозом. Помимо этого, проводят дефектоскопию всех доступных элементов и проверяют соответствие их размеров нормам допусков и износов. Убеждаются в наличии установленных клейм и знаков, исправности пружинных пакетов и заклепок зубчатых колес или болтовых соединений, крепящих колесо к центру колесной пары. Проверяют плотность посадки косозубых венцов, разбирают для контроля исправности роликовые подшипники и опоры редуктора.

Колесную пару бракуют при обнаружении местного увеличения ширины бандажа более 5 мм в результате раздавливания, при ослаблении бандажного кольца по длине более 30% или ослаблении его на участке, расположенном ближе 100 мм от замка кольца. Недопустимо также, чтобы толщина бандажа была меньше установленной или чтобы разность диаметров бандажей у одной колесной пары превышала 2 мм.

Полное освидетельствование колесных пар выполняют на заводах при ремонтах, связанных с выкаткой колесных пар, сменой хотя бы одного элемента, при неясности клейм и знаков последнего полного освидетельствования, наличии повреждений после крушения, аварии, столкновения или схода локомотива. В отличие от обыкновенного при полном освидетельствовании после очистки колесной пары от краски до металла, проверяют ультразвуковым дефекто-

скопом подступичные части, осматривают пружинные пакеты и пазы зубчатых колес со снятием боковых шайб и проставляют клейма и знаки полного освидетельствования.

Освидетельствование колесной пары с выпрессовкой оси производят при неясных сигналах или отрицательных результатах ультразвуковой дефектоскопии оси, при снятии одновременно обоих центров, а также если неясны или отсутствуют клейма формирования.

Ремонт колесной пары со сменой элементов и последний вид освидетельствования обычно производят при среднем и капитальном ремонтах.

На позиции *I* (см. рис. 296) производят общую оценку состояния, измерения колесной пары и отворачивают болты внутренней крышки буксы. На позиции *II* отворачивают гайковертом 2 болты передней крышки буксы и поочередно снимают буксы съемником 3, поднимая и разворачивая колесные пары на 180° механическим подъемником. Подобным подъемником оборудованы и другие позиции, где требуется разворачивать колесную пару. Передачу колесной пары с позиции производят механическими толкателями.

Гайковертом 16 на позиции *III* отворачивают осевую гайку сначала с одной, а затем с другой стороны оси. После снятия осевых гаек снимают буксовые подшипники, которые по наклонному желобу 1 поступают на мойку. На позиции *IV*, оборудованной вентилятором 6, индукционным нагревателем 5 снимают внутренние кольца подшипников. После проверки ультразвуковым дефектоскопом на позиции *V* колесные пары из накопителя 8 поступают в накопитель 9. Отсюда их мостовым краном 10 подают на станок 11 для обточки бандажей. В накопитель 12 поступают обточенные колесные пары, не требующие дополнительного ремонта. Параллельно проводят ремонт букс: их разборку-сборку на верстаках 13, заварку трещин, восстановление неисправных резьбовых соединений, обмывку в ванне 14 и приемку на стеллаже 15. Отремонтировав четыре колесные пары одной тележки, на том же оборудовании в обратном порядке производят их сборку. Отремонтированные подшипники поступают на стеллаж 4, а их внутренние кольца нагревают в печи 7.

Измерения колесной пары после обточки, а затем приемку после сборки и ремонта производят на позиции *VI*.

При техническом обслуживании ТО-3 и ремонтах ТР-1, ТР-2, а в некоторых случаях и при ремонте ТР-3 обточку колесных пар производят без выкатки из-под электровоза токарным или фрезерным станком, установленным в специальном стойле.

Основу фрезерного станка составляет С-образная рама 1 (рис. 297), на которой размещена станина 5. После установки электровоза на станок и снятия буксовых крышек колесную пару зажимают в центровых бабках 2, перемещающихся по цилиндрическим направляющим 8 под действием механизма перемещения 10 и управляемых от пульта 7. Тяговый двигатель вывешивают с помощью гидравлического домкрата 11, шток 3 которого имеет сферическую

опору 4. После вывешивания колесно-моторного блока убирают передвижные рельсовые вставки 12 и опускают колесную пару на ведущие ролики 13, передающие вращение колесной паре при обточке.

Затем подводят фрезы 14, закрепленные во фрезерных бабках 6 и приводимые во вращение от электродвигателей 9. На фрезе станка размещены режущие элементы в несколько рядов по профилю бандажа. После обточки соответствие профиля бандажа чертежам проверяют шаблоном. Для нормальных локомотивных бандажей применяют шаблон и контршаблон № 10382—53, а для бандажей с подрезанным гребнем — № 10388—53.

Обточку бандажей производят при обнаружении ползуна глубиной 0,7 мм и более, подреза гребня или остrokонечного наката на нем. Нельзя допускать электровоз к эксплуатации с прокатом бандажей более 7 мм при движении на участках со скоростями до 120 км/ч и более 5 мм при движении со скоростями свыше 120 км/ч. Толщина гребня, измеренная на расстоянии 20 мм от его вершины,

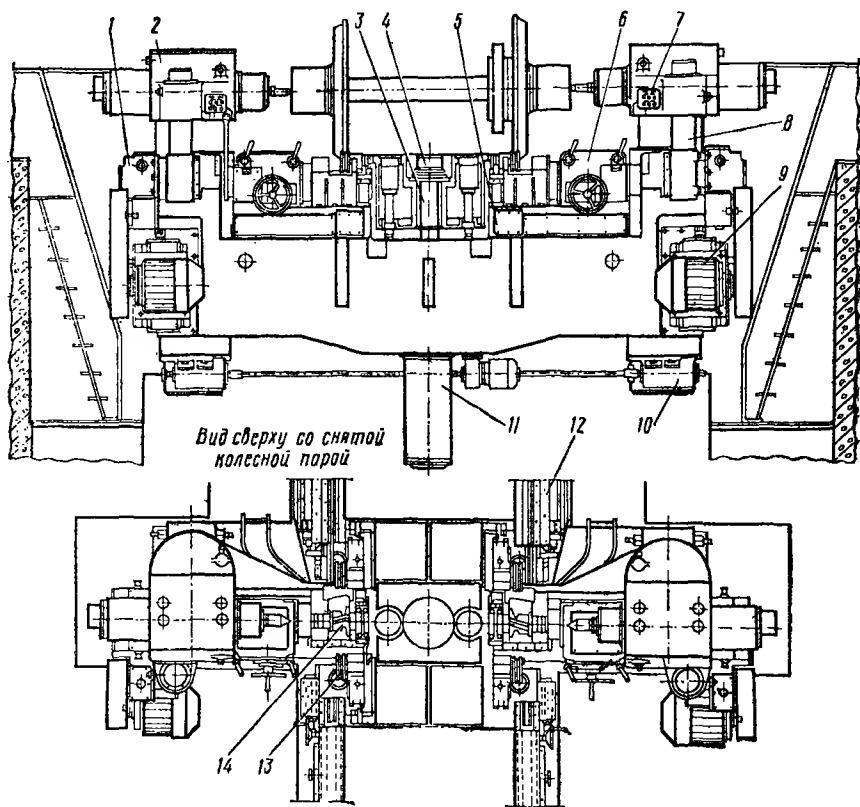


Рис. 297. Фрезерный станок КЖ-20 для обточки бандажей колесных пар без выкатки

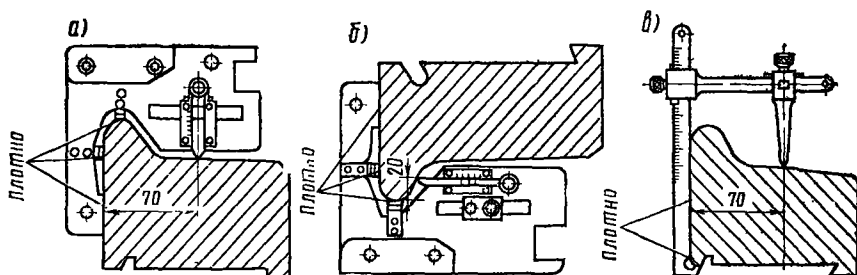


Рис. 298. Измерение бандажа шаблонами:
а — проката, б — толщины гребня, в — толщины бандажа

должна быть не более 33 мм и не менее 25 мм, а при работе со скоростями свыше 120 км/ч — не менее 28 мм.

Измерения производят специальными шаблонами (рис. 298). Для измерения проката и толщины гребня нормальных локомотивных бандажей применяют шаблон № И430-01-00 (10350—52), а для локомотивных бандажей с маломерными и подрезанными гребнями — № И476-01-00 (10376—53). Ползун измеряют шаблоном для измерения проката, сравнивая результаты измерения проката на исправной поверхности бандажа и в самом глубоком месте ползуна. Вертикальный подрез гребня измеряют прикладывая к гребню специальный шаблон. Колесную пару бракуют, если между этим шаблоном и гребнем нет зазора на участке длиной более 18 мм.

При формировании колесно-моторного блока с опорно-осевым подвешиванием двигателей на линию сборки поступают отремонтированные кожуха зубчатой передачи, вкладыши моторно-осевых подшипников, узлы подвески двигателей, тяговые двигатели и колесные пары. У кожухов исправляют вмятины, заваривают трещины, исправляют резьбовые соединения и уплотнения.

Вкладыши моторно-осевых подшипников, снимая при разборке, клеймят и стягивают хомутами для сохранения парности. Изношенную наружную поверхность вкладышей восстанавливают электролитическим меднением. Отсортировав вкладыши по марке баббита, выплавляют его. Затем исправные вкладыши смазывают раствором хлористого цинка, нагревают в печи до 260° С, лудят и на специальном станке производят центробежную заливку баббитом марки Б16 или Б83, разогретым соответственно до температуры 460—500 или 400—450° С. После испытания твердости заливки комплект вкладышей растачивают на токарном станке и подгоняют по шейке оси колесной пары и горловине остова двигателя. Для соблюдения межцентрового расстояния от колесной пары до вала якоря для расточки обычно на корпусе двигателя монтируют переносной станок.

В узлах подвешивания двигателей заменяют пружины с трещинами, изломами витков или просевшие больше нормы. Восстанавливают сваркой или заменяют изношенные стержни. Резиновые

шайбы подвесок электровоза ВЛ10 не должны иметь расслоений и выступать за стальные диски.

При сборке колесно-моторных блоков подгоняют зацепление. Для посадки на вал якоря отбирают шестерни, не имеющие трещин. Толщина зубьев должна быть не менее допускаемой для данной серии электровозов, износ зубьев по толщине не должен превышать 3 мм, а выщербины и выкрашивания закаленного слоя допускаются не более чем на 15% рабочей поверхности зубьев. Для измерения зубьев используют универсальный зубомер.

Отверстие шестерни притирочной пастой притирают к конусу вала. Для посадки на вал шестерню нагревают индукционным нагревателем до температуры 150—160° С. При сборке двусторонних передач вторую шестерню ставят на вал в холодном состоянии, причем, если подгонка зацепления затрудняется в результате несовпадения шпоночных пазов, можно ставить ступенчатую шпонку со ступенью не более 1,5 мм.

Комплектуя колесно-моторные блоки одного электровоза, по результатам испытаний тяговых двигателей, те из них, которые имеют при часовом режиме большую частоту вращения, устанавливают на колесные пары с меньшим диаметром бандажей. Разница диаметров бандажей в комплекте колесных пар одного электровоза не должна превышать 10 мм. Такой подбор комплектов позволяет достаточно равномерно распределить нагрузку между тяговыми двигателями электровоза при его работе, уменьшить возможность буксования и улучшить использование силы тяги по сцеплению.

У собранного блока проверяют зазоры зацепления не менее чем в четырех точках, равномерно распределенных по окружности зубчатых колес. После этого, подведя питание к двигателю, обкатывают колесно-моторный блок в течение 15 мин в обоих направлениях. Работа зубчатого зацепления и моторно-осевых подшипников должна происходить с незначительным равномерным шумом, без толчков, стуков и вибрации.

При проверке состояния разобранной для ремонта рамы тележки осматривают места наиболее вероятного появления трещин: сварные швы, углы буксовых вырезов боковин, углы вентиляционных каналов междурамных блоков, днища гнезд подпятников шкворневых балок, места приварки кронштейнов. После заварки трещин, правки рамы и выполнения других работ по ее усилению специальным инструментом проверяют основные размеры рамы.

Размеры челюстей рамы и возможные смещения наделок проверяют оптическим прибором, закрепляемым на наделках одного буксового выреза. Для проверки продольного и поперечного смещения наделок на другом буксовом вырезе устанавливают пентапризму и магнитные масштабы. Продольное смещение лобовых плоскостей широких наделок относительно друг друга допускается не более 1 мм. Поперечное смещение узких наделок в одном буксовом вырезе должно быть не более 0,5 мм, а смещение относительно наделок смежного буксового выреза — не более 1 мм.

На электровозе ВЛ10 разность размеров диагоналей, измеряемых по большим буксовым кронштейнам рамы, не должна превышать 3 мм. Зазор по вертикали между стрункой и рамой при выпуске из ремонта ТР-3 должен быть в пределах 4—9 мм, а разность этих зазоров у одной струнки не должна превышать 2 мм во избежание ее перекоса. В межтележном сочленении и шкворневом соединении кузова с тележками на электровозах ЧС и ВЛ10 овальность и конусность отверстий втулок, диаметр шкворня, зазоры между шкворнем и втулками, шкворнем и шаром, сферическими поверхностями шара и его гнезда должны соответствовать норме, установленной для данного вида ремонта.

Комплектовку рессор на электровоз производят по результатам измерения стрел прогиба и хорд. Отбраковывают для ремонта рессоры, имеющие трещины в хомуте или листах, ослабление или смещение листов относительно хомута более 3 мм. Вмятины и вытертые места на листах могут быть оставлены без исправления при глубине до 1,5 мм. Зазоры между листами непосредственно у хомута должны быть не более 0,2 мм, а на остальной длине листов — не более 1,2 мм. Обратный прогиб рессор недопустим. Прогибы рессор одной тележки электровоза ВЛ10 не должны различаться более чем на 2 мм. На прямом горизонтальном участке пути рессорное подвешивание регулируют таким образом, чтобы отклонение от горизонтального положения каждой рессоры, измеренное по ее концам, не превышало 20 мм.

Спиральные пружины подбирают комплектами для каждой колесной пары так, чтобы разность по высоте была не более 4 мм, а разность по высоте пружин в комплекте с правой и левой сторон тележки — не более 6 мм. Высота пружины электровоза ВЛ10 с комплектом регулировочных шайб под нагрузкой 6400 кгс должна быть в пределах 280 ± 1 мм, а по жесткости пружины одной тележки должны различаться не более чем на 10 кгс/мм. Допускается оставлять без исправления балансиры при износе на боковых поверхностях до 2,5 мм и рессорные подвески и скобы, изношенные по толщине до 2 мм.

Гаситель колебаний после ремонта держат в горизонтальном положении в течение 12 ч, убеждаясь в отсутствии течи масла через уплотнения, затем прокачивают на стенде в течение 2 мин и снимают рабочую характеристику.

Высоту расположения автосцепки измеряют специальной линейкой, опирающейся своей крестовиной на рельсы, и регулируют навариванием головок маятниковых подвесок или приваркой планок толщиной до 10 мм на центрирующей балочке.

По нормам ремонта ТР-3 высота оси автосцепки от головки рельса при полной нагрузке кузова должна быть в пределах 1080—980 мм, а разность между высотами по концам электровоза не должна превышать 20 мм. По измерению высоты оси автосцепки в двух точках, по линии сцепления и вблизи розетки, определяют провисание головы автосцепки, которое не должно быть более 10 мм. Автосцепку заменяют при зазоре между хвостовиком и ро-

зеткой менее 25 мм или зазоре над хвостовиком в концевой балке менее 20 мм. Расстояние от упора головы до ударной розетки должно быть в пределах 75 ± 7 мм, а на электровозах ЧС 85 ± 10 мм. Осматривая автосцепку, убеждаются в отсутствии трещин (прежде всего на стыках боковой стороны с тяговой стороной и ударной стенкой зева) и повышенного износа малого и большого зубьев, ударной поверхности и хвостовика.

При наличии признаков повышенного износа, а при текущих ремонтах независимо от результатов осмотра автосцепку проверяют специальным комбинированным шаблоном с откидной скобой (рис. 299).

При проверке исправности действия предохранителя от саморасцепа, прижимая полочку шаблона всей опорной плоскостью к тяговой стороне большого зуба (рис. 299, а) и нажимая противоположной кромкой основания шаблона на лапу замкодержателя, пытаются втолкнуть замок в корпус автосцепки. Предохранитель исправен, если замок уходит в карман корпуса на расстояние не менее 7 мм и не более 18 мм по измерению в верхней части замка.

При том же положении шаблона (рис. 299, б) проверяют действие механизма на удержание замка в расцепленном положении: поворотом валика подъемника до отказа перемещают замок внутрь и, освободив валик, удерживают шаблон в зеве автосцепки. Механизм исправен, если в этом положении замок не выходит из кармана корпуса.

Возможность опережающего включения предохранителя замка от саморасцепа при сцеплении автосцепок проверяют откидной скобой шаблона. Его устанавливают так, чтобы откидная скоба стороной с вырезом 35 мм нажимала на лапу замкодержателя, и при этом лист шаблона касался большого зуба (рис. 299, в). Автосцепка исправна, если при нажатии на торец замка он беспрепятственно уходит в карман на весь свой ход.

Прикладывая шаблон, как показано на рис. 299, г, проверяют ширину зева корпуса автосцепки. Если она превышает контрольный размер выреза в шаблоне (при этом между шаблоном и малым зубом имеется зазор), то замок исправен. Замок проверяют по всей высоте его вертикальной кромки.

Ширину зева корпуса автосцепки проверяют, предварительно слегка утопив замок, чтобы он не препятствовал правильному расположению шаблона (рис. 299, д). Проверки проводят по всей высоте большого зуба. Ширина зева соответствует норме, если шаблон при его повороте не проходит мимо большого зуба.

Для проверки износа малого зуба (рис. 299, е) шаблон прикладывают к наружной поверхности охватом по ширине в средней части малого зуба (80 мм вверх и вниз от середины его высоты). При соприкосновении поверхности выреза шаблона с боковой стенкой малого зуба автосцепка неисправна. При проверке износа тяговой стороны большого зуба и ударной поверхности зева (см. рис. 299, е) шаблон вводят в зев на уровне средней части большого

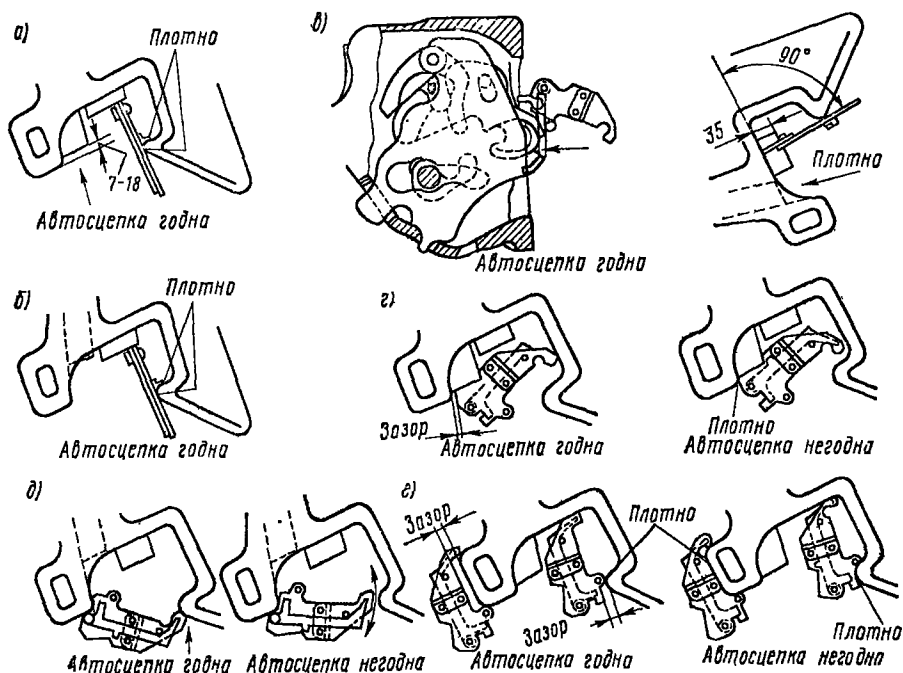


Рис. 299 Проверка автосцепки комбинированным шаблоном

зуба (80 мм вверх и вниз от середины его высоты). Если он входит, автосцепка неисправна.

При ремонте ТР-1 механизм головы автосцепки разбирают для осмотра деталей замка, и проверку автосцепки комбинированным шаблоном производят после сборки. При ремонте ТР-3 автосцепку снимают для проверки хвостовика, хомута и клина. При проверке выработки проушины для клина и износа хвостовика убеждаются, что расстояние от упора хвостовика до проушины составляет не менее 46 мм.

Бракуют клин автосцепки, имеющий изгиб более 3 мм, ширину в местах износа менее 87 мм и толщину менее 30 мм. Наплавка поверхностей клина недопустима. Болты, поддерживающие клин автосцепки, при их изгибе или износе по диаметру более 2 мм подлежат замене.

Пружинно-фрикционный аппарат должен быть прочно зажат задними и передними упорами буферного бруса. Его снимают при текущем ремонте ТР-3 в обязательном порядке, а при меньших ремонтах — только при перекосе, одностороннем износе упоров, предельном износе, необходимости смены хомута и других неисправностях.

Ремонт автосцепных устройств обычно производят не в электро-возных депо, а в специальных мастерских.

§ 91. Ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин

При техническом обслуживании ТО-3 и ремонтах ТР-1, ТР-2 основное внимание уделяют состоянию коллектора и щеточного узла. Убеждаются в отсутствии последствий кругового огня, перекрытия конуса якоря, изоляторов кронштейнов щеткодержателей и других изоляционных поверхностей электрической дугой. Рабочая поверхность коллектора должна быть чистой, гладкой и обычно темно-орехового цвета. Подгары и оплавления, затянутые ламели, а также риски и задиры являются признаками ненормальной работы электрической машины.

Если ламели затянуты медью и глубина межламельных канавок менее 0,5 мм, то производят продорожку (углубление) межламельных канавок резцом и снятие фасок размером 0,2—0,3 мм $\times$ 45° с кромок коллекторных пластин. Глубина продорожки должна быть 1,4—1,6 мм для тяговых двигателей и 1,0—1,5 мм для вспомогательных машин. При более глубокой продорожке в канавках будет скапливаться угольная пыль, способствующая усилению искрения и образованию кругового огня. Если канавку сделать мелкой, то медь коллектора может износиться до уровня миканита ранее срока очередного планового ремонта, на котором предусмотрен ремонт электрической машины со снятием с электровоза, а выполнение продорожки коллектора на электровозе является трудоемкой операцией и не обеспечивает требуемого качества обработки коллектора.

Износ коллектора определяют линейкой 2, положенной вдоль коллекторной пластины 3, и щупом 1 (рис. 300). Измерение биения коллектора 1 (рис. 301) производят индикатором 2, укрепленным на стойке 3. Для измерения биения коллектора тягового двигателя связанную с ним колесную пару вывешивают. При выработке свыше 0,5 мм, биении коллектора более 0,1 мм и выступании миканитовой изоляции коллектор обтачивают.

В случае когда снятие электрической машины с электровоза затруднено, ее обточку производят на месте переносным станком. Станок укрепляют в вырезе остова двигателя болтом 7 (рис. 302) и регулируют подачу суппорта 6 винтами 8. Для вращения якоря на корпусе машины укрепляют опору 3 для переносного пневматического (или электрического) двигателя 1, к которому по трубопроводу 2 подают сжатый воздух. Вращение от двигателя передается приводным ремнем 4 через съемный шкив 5, укрепленный на конце якоря обтачиваемой машины. После обточки делают продорожку и прочистку коллектора щеткой.

Проверяя щеточный аппарат, убеждаются в исправности крепления всех элементов, правильности их установки, отсутствии перекосов и заедания подвижных частей, загрязнений, подгаров, оплавлений, трещин и изломов отдельных элементов, отколов и износа щеток.

В эксплуатации зазоры между щеткой и стенками окна щеткодержателя, измеряемые пластинчатым щупом, не должны превышать 0,3—0,4 мм по толщине и 0,5—1,0 мм по ширине щетки. При ремонте двигателя с разборкой зазор по толщине выдерживают близким чертежному: 0,04—0,23 мм.

Для проверки высоты щеток, размеров окон щеткодержателей и расстояния между щеткодержателем и коллектором обычно используют комбинированные шаблоны с проходными и непроходными размерами. В эксплуатации наименьшая высота щеток тяговых двигателей допускается равной 25 мм (щетki марки ЭГ-61 электровозов ВЛ8 и ВЛ10) и 21 мм (щетki марок ЭГ-74 или ЕГ-6749 электровозов ЧС). При ремонтах ТР-3, среднем и капитальном щетки заменяют новыми.

Нажатия нажимных пальцев щеткодержателя на щетки в эксплуатации должны быть в пределах: 3,2—3,7; 3,6—4,2 и 1,8—2,1 кгс соответственно у тяговых двигателей электровозов ВЛ10, ВЛ8 и ЧС2.

Снятый с электровоза для ремонта двигатель обычно обмывают водой, нагретой до температуры 50—90° С, в герметически закрывающихся камерах. Для этого все вентиляционные и другие отверстия закрывают, а внутрь двигателя подают воздух под давлением. После обмывки двигатель сушат в течение 15—20 мин горячим воздухом. Разборку и сборку электрических машин и ремонт отдельных ее узлов производят обычно с помощью кантователей. Сняв крышки коллекторных люков, вентиляционные сетки, уплотнительные кольца, крышки подшипниковых щитов, вынув щетки из окон и отсоединив провода от щеткодержателей, устанавливают двигатель коллектором вниз и выпрессовывают подшипниковый щит.

В конец вала якоря ввертывают рым-болт, вытаскивают якорь и устанавливают его в горизонтальном положении на стеллаж или на специальные приспособления для ремонта. Внутренние кольца подшипников, лабиринтные и упорные кольца спрессовывают с вала якоря при необходимости ремонта. Выемку (и постановку),

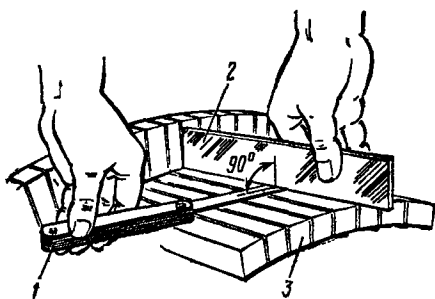


Рис. 300. Определение выработки коллектора

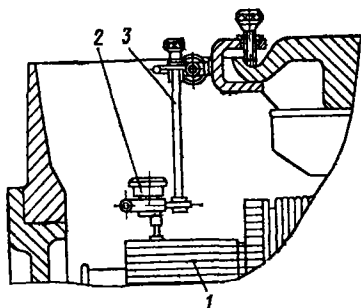


Рис. 301. Измерение биения коллектора тягового двигателя на электровозе

якоря тягового двигателя электровозов ЧС производят в горизонтальном положении с помощью монтажной скобы (рис. 303), предварительно слив масло и вынув вал карданной передачи. При монтаже деталей, особенно имеющих изоляционное покрытие, недопустимы соударения.

Исправность контактных соединений между катушками полюсов электрических машин проверяют, пропуская двойной часовой ток в течение 8—10 мин. Дефектные соединения выявляют по более высокому нагреву. Измеряют активное сопротивление и сопротивление изоляции катушек. Катушки снимают для ремонта при повреждении или снижении сопротивления изоляции витков и выводных кабелей, при ослаблении крепления катушек на сердечниках полюсов, при обрыве более 10% медных жил и повреждении наконечников выводных кабелей по результатам проверки по методу трансформатора (см. § 92) или с помощью импульсных установок.

При восстановлении изоляции катушек стеклянную изоляционную и киперную ленты наматывают с натягом, чередуя слои намотки встык и вполуперекрышу, пропитывают катушку изоляционными лаками и окрашивают покровными лаками. Правильность установки полюсов проверяют измерением расстояния между полюсами по диаметру и между соседними полюсами, а правильность соединения между катушками — компасом. При среднем и капитальном ремонтах катушки обязательно ремонтируют со сменой изоляции и сменой или ремонтом сердечников. Полюсные катушки тяговых двигателей электровозов ЧС и ВЛ10 не пропитывают, а покрывают изоляционными эмалями марок ГФ-92-ГС, ПКЭ-19, ПКЭ-22 или ЭП-91 и затем сушат. Сопротивление их изоляции, измеренное

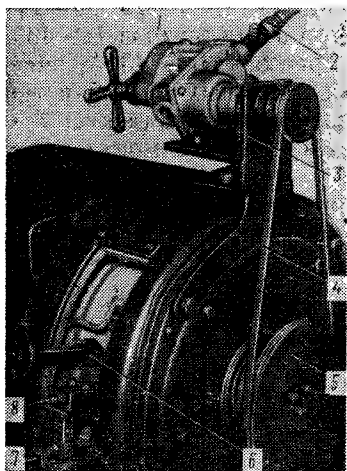


Рис. 302. Обточка коллектора двигателя вентилятора на электровозе ЧС2

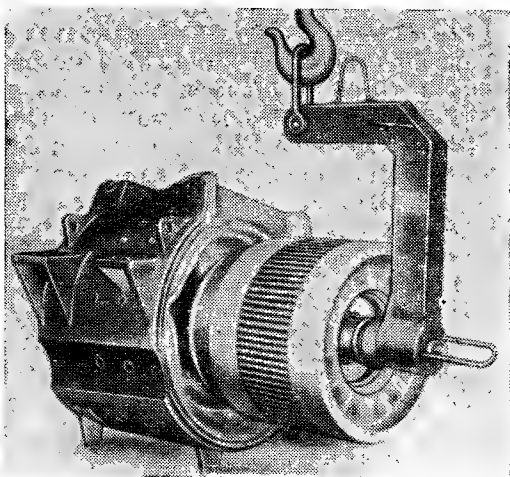


Рис. 303. Сборка тягового двигателя электровозов ЧС с помощью монтажной скобы

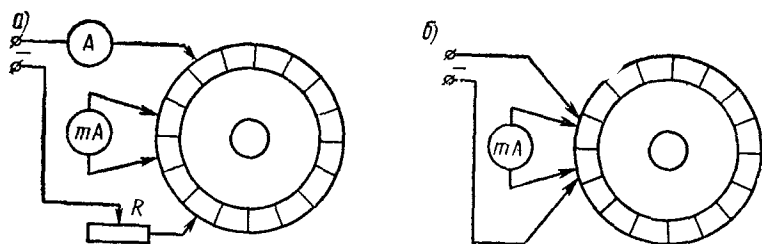


Рис. 304. Схемы проверки на межвитковое замыкание волновой (а) и петлевой (б) обмоток якоря методом падения напряжения

в горячем состоянии, не должно быть менее 3 МОм. Сопротивление изоляции полюсных катушек тяговых двигателей электровозов ВЛ18 и ВЛ23 после пропитки и сушки должно быть не менее 5 МОм. При осмотре обмотки якоря убеждаются в исправности изоляции, прочности закрепления обмотки в пазах и исправности бандажей и клиньев. Особое внимание уделяют оценке состояния задних лобовых соединений.

Сопротивление изоляции якоря измеряют мегомметром на напряжение 2,5 кВ. Якорь сушат при сопротивлении изоляции менее 1,5 МОм. Сопротивление изоляции якоря после сушки должно составлять не менее 5 МОм.

Наличие обрыва витка или межвитковых замыканий обмотки якоря двигателя определяют импульсной установкой, индукционным методом или методом падения напряжения. В последнем случае (рис. 304) при волновой обмотке к пластинам коллектора, находящимся на расстоянии шага по обмотке, подсоединяют источник постоянного тока. Установив ток около 10 А, поочередно прикладывают щупы миллиамперметра к каждой паре соседних пластин и измеряют падение напряжения. Повышенное падение напряжения между какой-либо парой пластин указывает на обрыв подсоединенного к ним витка, а меньшее значение или нуль — на частичное или полное («глухое») межвитковое замыкание. Обмотка якоря в условиях депо подлежит лишь частичному ремонту. Покрытие изоляционными лаками, пропитку или компаундирование производят после сушки.

При среднем и заводском ремонтах якорь ремонтируют с разборкой всех элементов и балансируют.

Если диаметр коллектора не позволяет произвести обточку, якорь ремонтируют со сменой коллектора в объеме заводского ремонта.

При ТР-3 ремонт коллектора сводится в основном к обточке, шлифовке, продорожке, снятию фасок и пропайке петушков.

При износе окон щеткодержателей их восстанавливают меднением. Оси с износом более 0,5 мм и износом отверстий под шплинты более 0,2 мм заменяют. Заменяют неисправные пружины и гибкие шунты с обрывом более 10% жил и износом наконечника

более 10%. Ремонтируют траверсы и кронштейны щеткодержателей.

Измеренное мегомметром сопротивление изоляции исправного двигателя должно составлять не менее 5 МОм. В эксплуатации допускается снижение сопротивления изоляции до 1,5 МОм. После сборки двигателя испытывают по методу взаимной нагрузки на испытательной станции (рис. 305), установив на опоры 3, закрепленные на фундаменте 5. При этом один двигатель 7 работает в генераторном режиме, а другой 2 — в двигательном. Между собой валы двигателей соединены муфтой 6, электрические соединения осуществляют с помощью колонок 4.

При работе тяговых двигателей в течение 1 ч при номинальном напряжении, часовом токе и необходимом принудительном охлаждении проводят их испытание на нагревание. Охлаждающий воздух к испытываемым двигателям подводят по трубопроводам 1 от компрессорной установки.

Количество охлаждающего воздуха, необходимое для нормальной работы двигателей в номинальном режиме, определяется конструкцией испытываемой электрической машины. Для тяговых двигателей электровозов ВЛ8, ВЛ10 и ЧС2 оно равно соответственно 95, 95—100 и 120 м³/мин.

Температуру нагрева якоря определяют по результатам измерения сопротивления его обмотки. Температуру коллектора и подшип-



Рис. 305. Обкатка и испытание тяговых двигателей методом взаимной нагрузки

ников измеряют термометром. Допустимые превышения температур коллектора, обмоток якоря и возбуждения определяются классом изоляции электрической машины.

Отклонение от номинальной частоты вращения в часовом режиме не должно превышать $\pm 6\%$ у вспомогательных машин, ± 3 и $\pm 4\%$ у тяговых двигателей, спроектированных соответственно после и до 1966 г.

При испытании на реверсирование убеждаются, что разность частот вращения двигателей в одну и другую стороны от среднеарифметического обеих частот вращения при номинальных напряжениях и часовом токе составляет для машин с траверсами 4% , а для машин без траверс 4 и 3% соответственно с волновой и петлевой обмотками.

В течение 2 мин для проверки механической прочности и качества сборки испытывают машины при повышенной частоте вращения не менее чем на 25% для тяговых двигателей и — 20% для вспомогательных машин.

На испытательной станции степень искрения определяют специальным прибором. Для визуальной оценки коммутации используют признаки пяти степеней искрения: 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, 2 и 3. Степень 1 — отсутствие искрения (темная коммутация). Степень $1\frac{1}{4}$ — слабое точечное искрение под небольшой частью щетки. Степень $1\frac{1}{2}$ — слабое искрение под большей частью щетки. Появляются следы нагара на щетках и следы почернения на коллекторе, легко устранимые протиранием коллектора бензином. При степени искрения 1 или $1\frac{1}{4}$ таких следов нет.

Степень 2 — искрение под всем краем щетки. Степень 3 — значительное искрение под всем краем щетки с наличием крупных вылетающих искр. При искрении степени 2 на щетках остаются следы нагара, а на коллекторе — неустраняемые протиранием бензином следы почернения. Степень 3 характеризуется усугублением этих признаков и разрушением щеток.

В эксплуатации для установившегося режима работы электрических машин считают допустимым, если степень искрения не превышает $1\frac{1}{2}$. Искрение степени 2 и 3 может появиться даже у исправной машины при нарушении режима работы электровоза: резких изменениях нагрузки, буксовании и перегрузках. Такое искрение может превратиться в круговой огонь.

Круговым огнем называют мощную электрическую дугу на коллекторе, сопровождающуюся ослепительным пламенем и сильным звуковым эффектом. Эта дуга разрушает как поверхность коллектора и щеточный аппарат, так и изоляционные покрытия расположенных вблизи коллектора передних лобовых соединений обмотки якоря, катушек полюсов и миканитовой манжеты коллектора. Особенно тяжелы последствия кругового огня, когда дуга, перебрасываясь с коллектора на заземленный сердечник якоря, пережигает витки бандажей. Разматываясь и попадая в воздушный зазор машины, витки бандажей приводят к неисправности якоря и катушки полюсов и необходимости капитального ремонта двигателя.

§ 92. Ремонт аппаратов, проводов и кабелей

Ремонт включенного в силовую цепь электрического оборудования на электровозе начинают и заканчивают измерением сопротивления изоляции мегомметром с выходным напряжением 2,5 кВ.

Перед измерением проверяют исправность мегомметра. Переключатель устанавливают в положение $M\Omega$ и, вращая ручку прибора при разомкнутых зажимах, убеждаются в том, что стрелка устанавливается на отметку ∞ шкалы мегомов, а при замкнутых зажимах — на 0.

После этого один провод от зажима *Линия* ($M\Omega$) мегомметра подсоединяют к любому оголенному месту проверяемой электрической цепи, а другой провод от зажима *Земля* — к корпусу электровоза в чистом от краски месте. Результаты измерения зависят от длительности приложения напряжения, поэтому, равномерно вращая ручку, снимают показания прибора через 30—60 с после начала измерения.

Благодаря малой мощности мегомметра прикосновение к токоведущим частям электровоза во время проверки не представляет непосредственной опасности. Однако электроток может вызвать произвольные движения и быть причиной ушибов и падения. Поэтому измерение сопротивления изоляции недопустимо совмещать с проведением ремонта оборудования и, приступая к измерениям, обязательно убеждаются в отсутствии людей на крыше электровоза.

Принимая во внимание, что при измерении сопротивления изоляции крышевого оборудования отечественных электровозов необходимо находиться в высоковольтной камере и при отключенных заземляющих разъединителях подсоединять мегомметр непосредственно к цепи токоприемников, не следует производить измерения при стоянке электровоза под контактным проводом, находящимся под напряжением.

Измерения сопротивления изоляции производят, разбив всю силовую цепь на несколько участков, включающих в себя следующие основные элементы: токоприемники и остальное крышевое оборудование с соединительными кабелями и шинами; быстродействующий выключатель, электропневматические контакторы, пусковые резисторы и соединенные с ними контакторные элементы группового переключателя, добавочные резисторы к реле; предохранители, демпферные резисторы и электромагнитные контакторы вспомогательных машин, электропечи или калориферы и вольтметры; вспомогательные машины на 3000 В, реле и резисторы в их цепи, переключатель вентиляторов; тяговые двигатели с выводными кабелями, групповой и тормозной переключатели, отключатели двигателей, реверсоры, индуктивные шунты, резисторы ослабления возбуждения, стабилизирующие и переходные резисторы.

Для каждого из перечисленных пяти участков допустимое сопротивление изоляции в эксплуатации равно 1,2 МОм. К изоляции первого участка, включающего в себя крышевое оборудование, предъявляются повышенные требования. При выпуске из текущих

ремонт ТР-1 и ТР-2 сопротивление изоляции этого участка должно быть не менее 2,5 МОм, а при выпуске из ремонтов ТР-3, среднего и капитального — не менее 6 МОм. Для остальных четырех участков допустимые значения сопротивления изоляции при выпуске из этих ремонтов равны соответственно 1,5 и 3,0 МОм. Расположенные на электровозе устройства электрического отопления вагонов должны иметь сопротивление изоляции не менее 4 МОм.

Для цепей управления допустимое значение сопротивления изоляции в эксплуатации равно 0,1 МОм, а при выпуске из любого ремонта — 0,5 МОм.

Для обнаружения места пониженного сопротивления изоляции проверяемый участок разбивают на более мелкие участки, а затем — на отдельные элементы. Независимо от того, последовательно или параллельно соединены между собой элементы контролируемого участка, в измерительной цепи «мегомметр — сопротивление изоляции проверяемых элементов — корпус электровоза — мегомметр», сопротивления изоляции всех элементов соединены параллельно. Поэтому сопротивление изоляции каждого отдельно взятого элемента может быть много больше сопротивления изоляции всего участка. Результат измерения зависит также от выходной характеристики мегомметра: с увеличением тока напряжения на его выходе уменьшается.

Одним из основных требований, предъявляемых к электрическим аппаратам, является надежность размыкаемых и неразмыкаемых контактных соединений. Чем лучше контакт, тем меньше переходное сопротивление и нагрев при протекании тока. При сильном нагреве контакта количество тепла, выделяемого на нем, с течением времени увеличивается благодаря окислению контактной поверхности. В результате нагрев может быть настолько интенсивным, что приведет к отгоранию наконечников кабелей и проводов, взаимному свариванию размыкаемых контактов, обугливанию изоляции и потере механических и химических свойств деталей.

В большинстве случаев затяжку крепежных деталей неразмыкающихся контактов проверяют гаечным ключом или отверткой. Состояние размыкающихся контактов оценивают по внешнему виду. При этом следует учитывать частоту включений-выключений и значения коммутируемых токов. Например, чистая поверхность контактов одного из двух соединенных последовательно и должных одновременно срабатывать контакторов свидетельствует о запаздывании этого контактора.

Потемнение или посинение контактов является признаком ослабления их крепления, уменьшения силы нажатия и площади прилегания. При увеличении сверхобычного наплывов и брызг застывшего металла на поверхности контактов, появлении признаков их подгара и оплавления необходимо проверить провал или притирание контактов, их нажатие и площадь прилегания.

Площадь или линию касания проверяют с помощью копировальной и тонкой белой бумаги. При текущем ремонте касание контактов в зависимости от конструкции аппаратов должно быть не

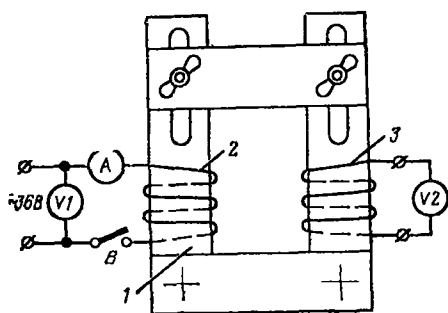


Рис. 306. Схема прибора для проверки межвитковых замыканий катушек аппаратов

меньше 75—80% номинального значения. Нажатие проверяют, заложив между контактами полоску бумаги и оттягивая подвижной контакт динамометром до ослабления закладки. Боковое смещение контактов допускается до 1 мм.

Раствор контактов проверяют шаблоном. В зависимости от конструкции аппарата провал оценивают по линейному или угловому перемещению деталей.

Обязательно убеждаются в хорошем притирании контактов: их проскальзывании или перекатывании одного по другому при включении и выключении.

Контакты аппаратов, коммутирующих обесточенные цепи (реверсоров, разъединителей и других) для предохранения от окисления покрывают тонким слоем технического вазелина (смазкой универсальной низкоплавкой УН). Одновременно с осмотром контактов проверяют состояние дугогасительных камер, убеждаются в отсутствии трещин, отколов и чрезмерных прогаров стенок и перегородок. В эксплуатации прогар стенок допустим до 50% их толщины.

Пневматические приводы аппаратов должны четко работать при давлении воздуха 3,5 кгс/см². В приводы с кожаными манжетами ежемесячно добавляют несколько капель масла МВП. При ремонте ТР-2 эти манжеты очищают и прожировывают для восстановления эластичности в течение 1 ч в прожировочном составе № 12 или 40, состоящем из 88% касторового масла (флорисцина) и 12% пчелиного воска. После сборки привода убеждаются в его герметичности и отсутствии утечек сжатого воздуха при давлении 6,75 кгс/см². При этом на покрытом мыльной эмульсией атмосферном отверстии мыльный пузырь должен держаться не менее 10 с. Медные трубки воздухопроводов, треснувшие, скрученные или имеющие вмятины на глубину более 50% диаметра, заменяют.

У групповых аппаратов в зависимости от их конструкции и назначения проверяют и регулируют время срабатывания и последовательность включения контакторных элементов (развертку). У групповых переключателей электровозов ЧС регулировку развертки осуществляют опиловкой кулачковых шайб, а у переключателей отечественных электровозов — изменением положения контакторных элементов на стойках.

Места изоляционных покрытий, закопченные в результате переброса или перекрытия электрической дугой, зачищают шкуркой, промывают бензином и покрывают изоляционными эмалями 1201 или ГФ-92-ХК.

Межвитковые замыкания катушек аппаратов обнаруживают прибором, работа которого основана на принципе работы трансформатора. Этот метод измерения называют трансформаторным. При исправной катушке 3 (рис. 306) прибор работает в режиме холостого хода и ток, показываемый амперметром А, практически не изменяется при постановке и снятии проверяемой катушки с магнитопровода 1. Если эталонная катушка 2 и проверяемая одинаковы, то показания вольтметра также одинаковы. Отклонения показаний допускаются в пределах $\pm 5\%$.

При ремонте токоприемников проверяют характеристику и горизонтальность установки основания и полоза. Статическая характеристика представляет собой зависимость нажатия полоза на контактный провод при подъеме (активное) и опускании (пассивное) от высоты подъема токоприемника (см. рис. 119). При проверке характеристики для сжатия опускающих пружин подают в привод сжатый воздух или исключают действие опускающих пружин другим образом, например, путем разъединения тяг. Зацепив динамометр 2 (рис. 307, а) за среднюю часть каретки 1 токоприемника, плавно без рывков и ускорения опускают токоприемник, следя за показаниями динамометра. Затем, сдерживая токоприемник, позволяют ему также плавно без ускорения подняться до предельной высоты.

При движении вниз, прилагая усилие к динамометру F_d (рис. 307, б), приходится преодолевать усилие подъемной пружины F_n и сопротивление движению $F'_{тр}$, слагающееся из трения в шарнирах $F_{тр}$ и возможного заедания подвижных деталей. При движении вверх сопротивление движению напротив препятствует подъему токоприемника, благодаря чему к динамометру требуется прикладывать меньшее усилие. Таким образом разность показаний динамометра при движении токоприемника вверх и вниз равна удвоенному значению силы сопротивления.

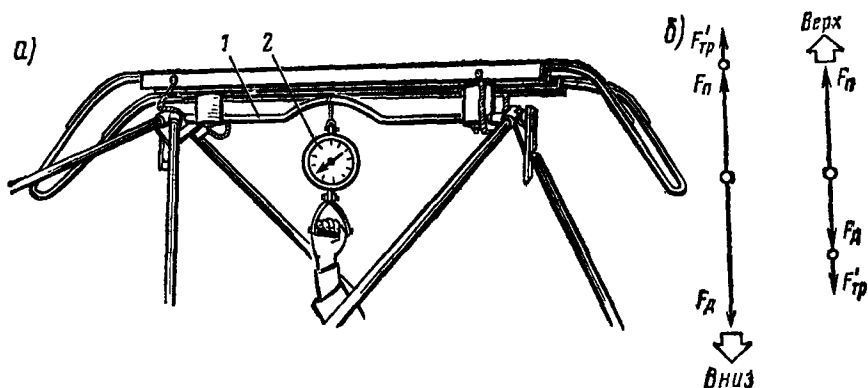


Рис. 307. Проверка статической характеристики токоприемника (а) и векторная диаграмма действующих сил (б)

Эта разность не должна превышать 3 кгс. У исправных токоприемников электровозов ЧС она обычно не превышает 2 кгс. Увеличение разности нажатий является признаком увеличения трения в шарнирах или заедания подвижных деталей. У токоприемника П-5 активное нажатие должно быть не менее 10 кгс, а пассивное — не более 13 кгс. В зимнее время статическую характеристику регулируют по верхнему пределу, обеспечивая наибольшее допустимое нажатие для компенсации возможного увеличения веса подвижных частей токоприемника в результате обледенения.

Для проверки горизонтальности полоза используют линейку с уровнем. Отклонение полоза от горизонтального уровня допускается до 20 мм на 1 м длины. Во всех рабочих направлениях каретка и другие детали подвижной системы должны двигаться без заеданий. Выработка осей не должна достигать предельных значений, а шплинты и другие стопорящие детали должны быть исправными. При осмотре контактной поверхности полоза обращают внимание на толщину и исправное крепление медных накладок или угольных вставок. Наименьшая толщина в эксплуатации медных накладок 2,5 мм, металлокерамических 3,0 мм, угольных вставок 10 мм.

Обращают внимание на трещины и местное выкрашивание твердой смазки, убеждаются в отсутствии признаков истощения смазки и понижения ее уровня. Об этом свидетельствует исчезновение слоя политуры, обнажение меди и появление задиров на контактных поверхностях накладок. В этих случаях на полозы в дополнение к основной смазке СГС-О, состоящей из графитового порошка и кумароновой смолы, наносят жидкую графитовую смазку СГС-Д.

Графитовая смазка полоза при движении электровоза образует на поверхности контактного провода графитовую пленку, обладающую хорошими смазывающими свойствами и не препятствующую созданию надежного контакта. Однако сама по себе сухая графитовая смазка из-за присутствия кумароновой смолы является плохим проводником, ее удельное сопротивление составляет $40 \times 10^3 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$. Поэтому если оставить валик смазки выше медных накладок, то при подъеме токоприемника в месте его соприкосновения с контактным проводом может произойти перегрев, оплавление и даже пережог провода.

Кроме того, при движении электровоза контактный провод образует пропилы в валике твердой смазки и застревает в них. Это приводит к вибрации токоприемника, отрыву его от контактного провода и появлению искрения.

При осмотре полозов с угольными вставками допускается оставлять в эксплуатации вставки, имеющие сколы менее чем наполовину их ширины, т. е. менее 15 мм. Число сколов на полозе, их размеры по длине и высоте вставки, а также число трещин в угольных вставках полоза не нормируются. Однако, как правило, из опасения ослабления крепления заменяют вставки, имеющие более двух трещин. При закреплении вставки по всей длине с обеих сторон сплошными бортовыми полосами, допускают и большее число трещин. Поджоги вставок и выемки запиливают напильником под

углом не более 20° (рис. 308). Расстояние от контактной поверхности угольных вставок до бортовых полюсов и корытца должно быть более 1 мм, а в период длительных дождей и гололеда более 2 мм.

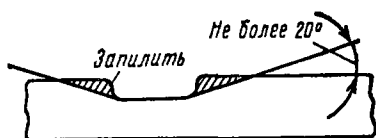


Рис. 308. Запиловка выемки в угольной вставке полоза токоприемника

Металлокерамические пластины заменяют при наличии трещин, которые появляются прежде всего в местах крепления. Недопустимо наволакивание на металлокерамические пластины меди от контактного провода, что чаще всего наблюдается при гололеде. Медь с пластин счищают напильником, а при большом отложении меди на пластинах их заменяют. Шунты и другие гибкие соединения токоприемников и аппаратов заменяют при уменьшении сечения более чем на 20 %.

Ремонт заземляющих устройств в основном сводится к замене контактного кольца при его износе сверхдопустимого значения или наличия трещин в местах крепления.

Технология ремонта быстродействующего выключателя, быстродействующего контактора, реле перегрузки, дифференциальных реле и других аппаратов защиты в общих чертах соответствует технологии ремонта вышеописанных аппаратов. При ремонте ТР-2 проверку тока уставки и скорости срабатывания аппаратов защиты производят обычно без снятия с электровоза от многоамперных агрегатов. При ремонтах ТР-3, среднем и заводском для проверки ремонта и регулировки эти аппараты снимают в аппаратный цех.

Для регулировки быстродействующего выключателя БВП-5 в удерживающей катушке устанавливают ток 1,18 А и замыкают контакты. Установив посредством изменения натяжения контактных пружин нажатие силовых контактов не менее 22 кгс, подключают силовую цепь БВП-5 к источнику постоянного тока (многоамперному агрегату) низкого напряжения (5—12 В). Отключения аппарата при нужном токе уставки добиваются изменением положения регулировочных винтов. Для электровоза ВЛ10 ток уставки равен 310 ± 10 А. Плоскость прилегания якоря пришабровывают к полюсам удерживающего магнита так, чтобы площадь касания была не меньше 75% всей его площади при проверке по отпечатку на бумаге. Регулировочный винт контактных пружин и регулировочные винты удерживающего магнита после приемки аппарата пломбируют.

Регулировку реле перегрузки, дифференциальных реле, реле напряжения и других реле защитной группы обычно производят путем изменения натяжения пружин и положения винтов, регулирующих зазор между якорем и ярмом в отключенном и включенном положениях. Зазор во включенном положении необходим, чтобы якорь не «прилипал» к ярму и отпадал при токе, минимальное значение которого равно половине тока уставки.

По мере настройки реле проверяют раскрытие и действительный провал блокировочных контактов. При необходимости их регулируют изменением длин тяг, связывающих якоря с блокировками. По окончании регулировки реле все регулировочные винты фиксируют в заданном положении контргайками, пломбируют или закрашивают красной эмалью. Ремонт предохранителей чаще всего состоит в замене перегоревшей плавкой вставки.

Необходимо для изготовления и ремонта плавких вставок использовать проволоку, строго соответствующую паспортным данным предохранителя. В высоковольтные предохранители засыпают просушенный песок и утрясают его, постукивая по корпусу деревянным стержнем. Затем припаивают крышку непрерывной, без щелей, пайкой.

Резисторы обычно не подлежат ремонту на электровозе. Неисправные резисторы в цепях управления и силовой цепи, рассчитанные на малые токи, чаще всего заменяют. Пусковые резисторы и резисторы ослабления возбуждения снимают для переборки в цех при короблении, сваривании, прожогах и обрывах витков спиралей, разрушении изоляторов элементов, пробое и перетирании изоляции шпилек и других неисправностях. Допустимо устанавливать на электровоз пусковые резисторы с отклонением сопротивления в пределах от $+10\%$ до $-7,5\%$ номинального значения.

При ремонте контроллеров основное внимание уделяют исправности контактных элементов, механических блокировок между рукоятками, защелок рукояток и фиксаторов. Проверяют развертку контроллеров отечественных электровозов и синхронизацию с главными переключателями контроллеров электровозов ЧС.

При ремонте аккумуляторной батареи убеждаются в прочности крепления элементов в ящиках, исправности перемычек и отсутствии течи электролита. Уровень электролита должен быть на 5—12 мм выше верхней кромки пластин. Его проверяют, опуская в отверстие элемента стеклянную трубку до предохранительной сетки и закрывая перед выемкой свободное отверстие трубки пальцем. Если понижение уровня объясняется течью электролита, то аккумуляторную батарею снимают для ремонта. Чаще всего понижение уровня электролита происходит вследствие испарения воды. В таких случаях в элементы доливают дистиллированную воду.

Плотность электролита измеряют ареометром (рис. 309). Электролит отсасывают из элемента резиновой грушей 1 в стеклянный сосуд 2 и замечают деление, до которого ареометр 3 погрузился в электролит 4. Действие прибора основано на законе Архимеда, т. е. более плотный электролит сильнее выталкивает ареометр.

Чаще всего используют электролит, состоящий из раствора едкого кали с добавкой моногидрата лития. Хотя с увеличением концентрации едкого лития до 20 г на 1 л раствора несколько увеличивается сопротивление электролита, вместе с тем повышается до 22% емкость аккумулятора и увеличивается срок его службы. Поэтому до температуры -20°C применяют составной калиево-литиевый электролит плотностью 1,19—1,21 г/см³.

При более низкой температуре при наличии едкого лития снижается емкость аккумуляторов. Поэтому на дорогах, на которых в зимнее время температура падает ниже -20°C , осенью производят смену электролита. При этом преимущественно используют калиевый зимний электролит плотностью $1,25-1,27\text{ г/см}^3$.

Для выявления сильно разряженных и неисправных элементов батареи измеряют напряжение на зажимах каждого элемента. Однако использовать для этой цели обычный вольтметр нельзя, так как напряжение ненагруженного элемента, даже сильно разряженного, может быть равно норме и резко падает только при подключении нагрузки.

Поэтому для измерения напряжения используют пробник (рис. 310). Согнутую ножку 5 пробника обязательно ставят на положительный полюс элемента и плотно прижимают острие контактных ножек к полюсным выводам 1. Вольтметр 4 при этом показывает напряжение $1,3-1,1\text{ В}$ ненагруженного аккумулятора. Затем нажимают кнопку 3 ручки прибора, подключая нагрузочный резистор 2, и держат так не более 5 с. Если аккумулятор разряжен, то напряжение его под нагрузкой быстро падает до 1 В и ниже.

Очень важно регулярно заряжать батарею нормальным током. Это обычно делают при текущем ремонте ТР-1. Нормальным зарядным током считается такой, который численно равен номинальной емкости батареи, деленной на четыре, т. е. для наиболее распространенной батареи 33КН-100 он составляет 25 А , а для 40КН-125 — 31 А .

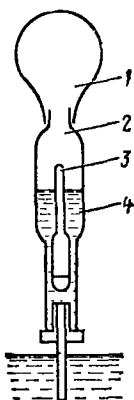


Рис. 309. Сифонный ареометр

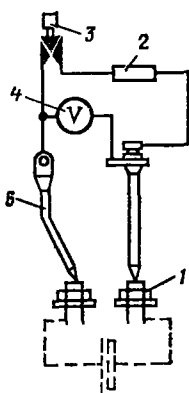


Рис. 310. Схема аккумуляторного пробника

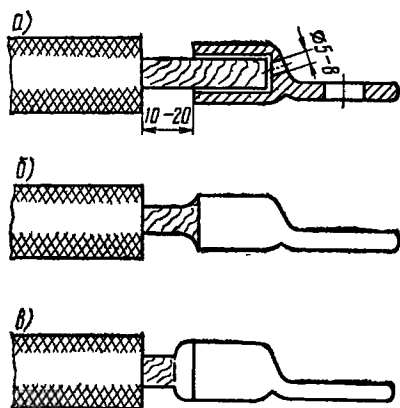


Рис. 311. Пайка наконечников проводов:

а — подготовка провода и наконечника к пайке; б — правильная пайка; в — неправильная пайка

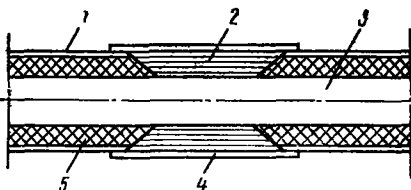


Рис. 312. Исправление местного повреждения изоляции провода

Помимо сезонной смены электролита, следует заменять его при существенном уменьшении емкости, независимо оттого, сколько времени работал аккумулятор на этом электролите. Уменьшение емкости может быть из-за повышенного содержания в электролите углекислых солей калия, натрия и лития (карбонатов). Они образуются в результате постоянного поглощения электролитом содержащейся в воздухе углекислоты. По результатам регулярных анализов в химико-технической лаборатории электролит заменяют при наличии карбонатов более 17,5 г на 1 л.

Состояние полупроводниковых приборов, как правило, трудно поддается распознаванию на электровозе. При потере запирающих свойств диод заменяют. При ремонте блока с полупроводниковыми приборами в цехе проверяют обратное напряжение и обратный ток диодов и характеристики транзисторов.

Большое внимание при ремонте уделяют состоянию силовых и низковольтных проводов. Подлежат замене и перепайке наконечники проводов, имеющих обрыв жил более 20%, наконечники с ослабшей пайкой проводов, и имеющие трещины или уменьшенную более чем на $\frac{1}{3}$ контактную поверхность соединения в результате обгара, изломов и других повреждений.

При пайке наконечников (рис. 311) их выдерживают в припое 5—15 с. Если конец провода после напайки наконечника должен быть изолирован, то изоляцию срезают на конус на длине 10—15 мм, а затем ровными слоями с одинаковым натягом на оголенное место накладывают резиновую ленту размером 0,3×20 мм, затем один слой вполуперекрывают локоткани и поверх нее изоляционную ленту. Изоляционные слои укладывают без местных утолщений, так чтобы увеличение диаметра изоляционного конца не превышало 2—3 мм по сравнению с остальной частью провода.

В других случаях конец провода затягивают бандажом из шпагата с покрытием черным лаком воздушной сушки или предохраняют оплетку провода резиновой трубкой. Поврежденную изоляцию провода восстанавливают. Основную изоляцию из резины 5 (рис. 312) срезают на конус до жил провода 3. Затем плотно накладывают вполуперекрывают несколько слоев 2 натуральной резиновой ленты и локоткани. Если используют только локоткань без резины, то каждый слой промазывают лаком № 462К. Сверху укладывают два слоя прорезиненной изоляционной ленты 4, перекрывая с обеих сторон покровную оплетку 1 изоляции провода.

Изоляторы, имеющие поврежденную глазурь или сколы более чем на $\frac{1}{5}$ длины пути возможного перекрытия электрической дугой, обязательно заменяют. Если поверхность изолятора закопчена или загрязнена на длине менее 20% пути перекрытия, ее промывают спиртом или бензином, а оставшиеся следы повреждения покрывают эмалью 1201. Сплошное покрытие поверхности фарфорового изолятора эмалью 1201 не допускается.

При всех ремонтах электровоза обязательно восстанавливают поврежденные или отсутствующие маркировки всех проводов и надписи на аппаратах.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НОВЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗАХ

§ 93. Понятие об импульсном регулировании напряжения

Пуск и разгон электроподвижного состава постоянного тока сопровождается непроизводительными потерями энергии в пусковых резисторах. Эти потери особенно заметны при большом числе остановок и разгонов. В настоящее время разработаны системы безреостатного регулирования напряжения на тяговых двигателях с использованием импульсного регулирования

При использовании импульсного регулирования напряжения можно плавно изменять среднее напряжение на тяговых двигателях и обеспечить разгон электроподвижного состава без использования резисторов.

Систему импульсного регулирования применяют также и для плавного изменения степени ослабления возбуждения тяговых двигателей, плавного изменения падения напряжения между ступенями при реостатном пуске и т. д.

В нашей стране проводят испытания систем импульсного регулирования на пригородных электропоездах и вагонах метрополитена, на городском электрическом транспорте. Большое значение этот вид регулирования имеет для электровозов и электропоездов, рассчитанных на работу под напряжением в контактной сети 6 кВ (вместо 3 кВ).

Исследование системы электрической тяги с напряжением 6 кВ вызвано тем, что при увеличении грузопотоков и пассажиропотоков возрастают потери энергии в контактной сети и для их снижения приходится увеличивать сечение проводов и уменьшать расстояния между тяговыми подстанциями (см. главу XIV). Если увеличить напряжение в контактной сети в 2 раза, то потери энергии уменьшатся в 4 раза и не потребуются затраты на усиление системы энергоснабжения.

Перевод системы энергоснабжения на 6 кВ не сложен и не вызовет больших расходов. Наиболее сложной задачей является модернизация электроподвижного состава. У нас в стране созданы опытные партии электровозов и электропоездов с импульсным регулированием напряжения на тяговых двигателях, способные работать при напряжении в контактной сети 6 и 3 кВ.

Тяговые двигатели 3 (рис. 313), соединенные постоянно в три параллельные цепи по два последовательно, получают питание от

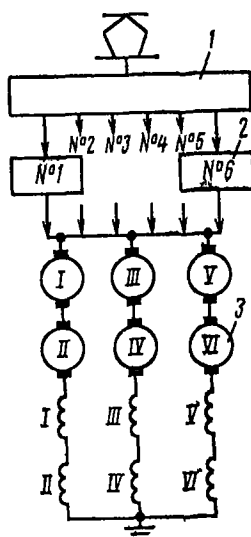


Рис. 313 Структурная
схема электровоза
ВЛ22И

контактной сети через импульсный тиристорный преобразователь 2, состоящий из шести одинаковых блоков № 1—6, сдвинутых по фазе на 60° . Для снижения пульсаций тока все блоки преобразователя получают питание через общий блок фильтрующего устройства 1.

Управление электровозом автоматизировано на постоянство тока при разгоне и на постоянство напряжения после разгона.

Перед троганием поезда машинист устанавливает с помощью специального потенциометра, укрепленного на контроллере, требуемое значение пускового тока. После перемещения реверсивной, а затем главной рукоятки в рабочие положения система автоматики плавно увеличит ток до пускового и далее поддерживает его при разгоне. Поворотом рукоятки главного вала машинист устанавливает уровень напряжения, при котором тяговые двигатели будут работать после окончания пуска. Это напряжение будет поддерживаться постоянным даже при изменении напряжения в контактной сети.

Электровоз с импульсным регулированием напряжения приспособлен и для работы в режиме рекуперативного торможения. Тормозной эффект создается в диапазоне скоростей от наибольшей до 10 км/ч.

§ 94. Электровозы с независимым возбуждением тяговых двигателей

До последнего времени на электровозах применялись только тяговые двигатели последовательного возбуждения, которые обладают многими достоинствами. Однако недостатком их является повышенная склонность колесных пар к буксованию вследствие так называемых мягких характеристик, при которых изменение нагрузок двигателей вызывает большое изменение скорости движения. Из-за повышенной склонности колесных пар к буксованию не полностью используется сила тяги по сцеплению колес с рельсами электровоза.

Тяговые двигатели независимого возбуждения, у которых характеристики жесткие, обеспечивают небольшое изменение скорости движения поезда при изменении нагрузок в больших пределах.

Рассмотрим упрощенно влияние жесткости характеристик на склонность колесных пар электровоза к буксованию. При движении электровоз испытывает различные колебания, из-за которых нагрузка от оси на рельсы не остается постоянной, а изменяется. В момент наибольшей разгрузки колесной пары возможна потеря

сцепления ее с рельсом — появление пробуксовки. Потеря сцепления может быть вызвана также наездом колес на загрязненный участок рельсов.

При мягких характеристиках тяговых двигателей проскальзывание колесной пары относительно рельсов сопровождается небольшим снижением силы тяги, что приводит к интенсивному увеличению частоты вращения колесной пары, а следовательно, и скорости проскальзывания колес относительно рельсов. При этом коэффициент трения снижается и при последующем увеличении нагрузки от оси на рельсы (или улучшении условий сцепления) пробуксовка может не прекратиться и колесная пара перейдет в так называемое разносное буксование, из которого ее выводят снижением силы тяги.

Вероятность самопроизвольного восстановления сцепления после его срыва значительно повышается при жестких характеристиках тяговых двигателей. Малейшее увеличение частоты вращения колесной пары при нарушении сцепления приводит к резкому снижению силы тяги, вследствие чего скорость проскальзывания не возрастает. В следующий момент при увеличении нагрузки от оси на рельсы или улучшении условий сцепления колесная пара может сама войти в сцепление с рельсами.

В нашей стране проводятся исследовательские и опытные работы по использованию тяговых двигателей независимого возбуждения на электровозах. Проведенные опыты на электровозах ВЛ60^м переменного тока показали эффективность использования таких тяговых двигателей для повышения силы тяги, а значит и массы (веса) поезда.

Так, на Одесско-Кишиневской дороге масса поезда при использовании электровозов ВЛ60^м с независимым возбуждением вместо серийных электровозов ВЛ60^м была увеличена на 400 т. Однако недостатком тяговых двигателей с независимым возбуждением является повышенная неравномерность распределения нагрузок между параллельными цепями.

Аналогичные исследования проводят и на электровозах постоянного тока. На этих электровозах, кроме неравномерности в нагрузках тяговых двигателей имеют место большие броски тока при колебаниях напряжения в контактной сети и усложняется защита двигателей при возникновении коротких замыканий. Широкая опытная проверка электровозов с тяговыми двигателями независимого возбуждения в эксплуатации позволит решить вопрос об их дальнейшем использовании.

В настоящее время разрабатывают также систему последовательно-независимого возбуждения тяговых двигателей, при которой на обмотку возбуждения, включенную последовательно с обмоткой якоря тягового двигателя, подается еще и питание от специального преобразователя. Изменяя соотношение тока якоря и тока подпитки от преобразователя, можно регулировать жесткость характеристик тягового двигателя от мягкой при токе подпитки, равному нулю, до жесткой при повышенном токе подпитки.

§ 95. Электровозы с бесколлекторными тяговыми двигателями

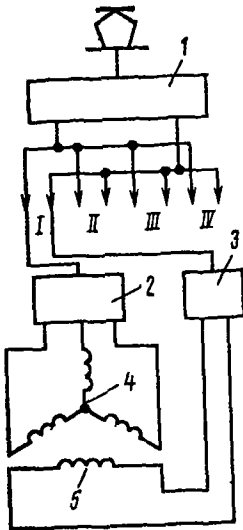


Рис. 314. Структурная схема электровоза с вентильными тяговыми двигателями

В настоящее время в связи с увеличением грузооборота железных дорог требуются все более мощные электровозы. Повышать мощности электровозов можно за счет увеличения числа осей или применения более мощных тяговых двигателей. Второй способ более эффективный. Однако существующие коллекторные тяговые двигатели большой мощности по своим габаритам почти полностью используют пространство, ограниченное колесной парой и тележкой локомотива. Необходимые для перспективных электровозов переменного тока тяговые двигатели мощностью 1300—1500 кВт и для электровозов постоянного тока — 1100—1300 кВт (для повышенных нагрузок от колесных пар на рельсы до 27—30 тс) не могут быть вписаны в допускаемые габариты.

Кроме того, у коллекторных машин узел щетки — коллектор является весьма напряженным и требует в эксплуатации постоянного наблюдения и ухода. Нарушения работы

этого узла приводят к появлению круговых огней по коллектору и к повреждению тягового двигателя.

В нашей стране разработаны и проходят опытную эксплуатацию электровозы с бесколлекторными тяговыми двигателями — вентильными и асинхронными, габариты которых значительно меньше коллекторных машин (в 1,5—2 раза при одинаковой мощности).

Вентильный двигатель представляет собой электрическую машину постоянного тока, у которой роль коллектора исполняет специальная, установленная на электровозе, преобразовательная установка на управляемых вентильх-тиристорах. Конструктивно вентильный двигатель подобен синхронной машине. У него обмотка якоря расположена на статоре, а обмотка возбуждения — на роторе.

Обмотка возбуждения питается постоянным током через контактные кольца, установленные на роторе. Она может быть включена последовательно в цепь якоря или питаться от независимого источника постоянного тока. В первом случае вентильный двигатель имеет мягкие характеристики, во втором — жесткие.

Для питания вентильного двигателя необходим трехфазный ток. Изменяя частоту этого тока, можно изменять частоту вращения тягового двигателя, а следовательно, и скорость движения поезда.

В нашей стране создан мощный восьмиосный электровоз ВЛ80^в переменного тока с вентильными тяговыми двигателями (каждый мощностью по 1025 кВт). Силовой трансформатор 1 (рис. 314) имеет одну первичную и три вторичные обмотки: тяговую,

возбуждения тяговых двигателей и собственных нужд. От тяговой обмотки силового трансформатора через индивидуальный преобразователь фаз и частоты (ПЧФ) 2 подается трехфазный ток регулируемой частоты на обмотки 4 статора каждого вентильного тягового двигателя. Обмотка возбуждения каждого двигателя 5 получает питание через свой тиристорный выпрямитель 3, которым изменяются напряжение и ток в этой обмотке.

Тяговая обмотка трансформатора имеет четыре секции, обеспечивающие ступенчатое регулирование напряжения, подводимого к ПЧФ. В пределах каждой ступени напряжение регулируется плавным изменением фазы открытия тириستоров ПЧФ.

Машинист управляет работой тяговых двигателей основной рукояткой контроллера, воздействующей на переключение ступеней секций тяговой обмотки трансформатора, и вспомогательной рукояткой, изменяющей угол открытия тириستоров ПЧФ. Изменение частоты подачи открывающих импульсов на тиристоры, поддержание наибольшей силы тяги при пуске и управление током возбуждения тяговых двигателей на электровозе выполняются системой автоматики без участия машиниста.

Испытания опытных электровозов ВЛ80^а и их эксплуатационная проверка показали, что они могут успешно работать на железнодорожных линиях.

Асинхронные двигатели широко распространены в промышленности и отличаются простотой конструкции и малой массой на единицу мощности, не требуют больших расходов на обслуживание в эксплуатации. Все эти достоинства асинхронных двигателей и привели к разработке и созданию опытного электровоза ВЛ80^а с этими тяговыми двигателями.

Асинхронный тяговый двигатель имеет короткозамкнутый ротор, не требующий применения скользящего контакта и щеточного узла, и, следовательно, получается более компактным по сравнению с вентильными. Однако для получения высоких энергетических показателей он должен иметь по возможности меньший воздушный зазор, вследствие чего предъявляются высокие требования к подшипниковым узлам.

Тиристорный преобразователь фаз и частоты, необходимый для работы асинхронного тягового двигателя и установленный на электровозе, по своему устройству несколько сложнее соответствующего преобразователя ПЧФ электровоза с вентильными двигателями. Опытный электровоз ВЛ80^а с асинхронными тяговыми двигателями находится в стадии наладки и опытной проверки.

Дальнейшие исследования и результаты испытаний электровозов с вентильными и асинхронными тяговыми двигателями позволят выбрать более целесообразную систему или выявить наиболее благоприятные условия для использования каждой из этих систем.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И ДЕПО

§ 96. Общая схема питания электрифицированной железной дороги

От электрических генераторов переменного трехфазного тока тепловых, гидравлических или атомных электрических станций электрическая энергия через повышающие трансформаторы и линии передач подается в общую энергосистему. В линиях передач наибольшее применение находят напряжения 10, 35, 110, 220, 500, 750 кВ. Уровень напряжения зависит от количества передаваемой электроэнергии и расстояния, на которое ее нужно передать. С увеличением мощности потребителей и расстояния напряжение в линиях передач берут более высоким. Линии передач подходят к районным подстанциям, от которых и питаются электроэнергией потре-

бители. От энергосистем получают электроэнергию и электрифицированные линии железных дорог. Районная подстанция 3 (рис. 315) через линию передач 2 соединена с электростанцией 1. Тяговая подстанция 5 получает энергию от районной подстанции через линию передачи 4. После преобразования на тяговой подстанции электрическая энергия через питающие линии (фидеры) 6 передается в контактную сеть 8, а от нее к электроподвижному составу 10. Ток электроподвижного состава замыкается через рельсы 9 и отсасывающую линию 7. Тяговые подстанции с питающими и отсасывающими линиями, контактной сетью называют тяговой сетью электроснабжения.

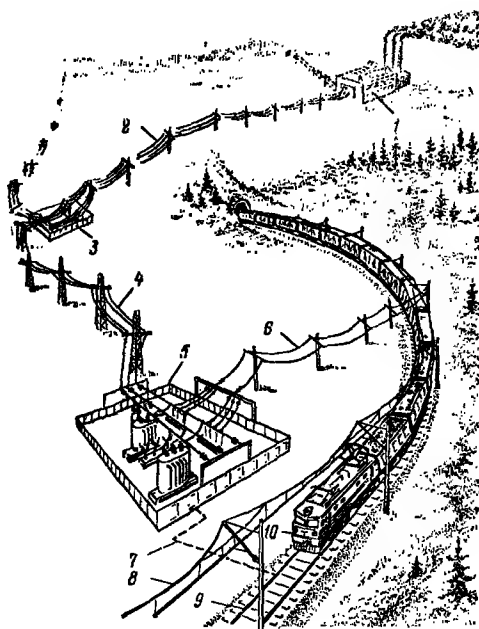


Рис. 315. Принципиальная схема электроснабжения электрической железной дороги

На тяговых подстанциях переменного тока напряже-

жение изменяют с помощью тяговых трансформаторов до 27,5 кВ, а при системе постоянного тока тяговым трансформатором понижают напряжение, а затем преобразуют переменный ток в постоянный с напряжением 3300 В. Номинальные напряжения на тяговых подстанциях на 10% превышают номинальные напряжения на токоприемниках (соответственно 25 и 3 кВ) в связи с неизбежными потерями напряжения в проводах контактной сети.

Электрифицированные железные дороги являются весьма ответственными потребителями электрической энергии, так как перерыв в электроснабжении участка приводит к срыву движения поездов и большим потерям в народном хозяйстве. Поэтому к тяговой сети предъявляют высокие требования по надежности и бесперебойности снабжения электроподвижного состава энергией, надежности контакта между токоприемником и контактным проводом и уровню напряжения в контактной сети при изменениях нагрузок. Кроме того, тяговая сеть электроснабжения должна быть несложной и недорогой при монтаже и эксплуатации и безопасной в обслуживании.

Повышение надежности работы обеспечивают электроснабжением участка не менее чем от двух источников энергии, по двум независимым линиям передач, установкой резервного агрегата и резервных шин и т. д.

Деповские пути и потребители постоянного тока в депо (например, испытательная станция или в ряде депо контактный провод над смотровыми канавами) получают энергию также от тяговых подстанций обычно через отдельный фидер.

§ 97. Понятие об устройстве контактной сети

При подвеске контактного провода нельзя получить совершенно прямую линию. Контактный провод провисает. Провес зависит от массы провода, его натяжения и расстояния между точками подвеса. При малых скоростях движения ползоток приемника успевает следовать за всеми изменениями контактного провода по высоте, обеспечивая надежный контакт, поэтому в местах с ограниченными скоростями движения (на второстепенных и иногда на деповских путях) применяют простую контактную подвеску. В этой подвеске контактный провод подвешивают через изоляторы на консоли опор.

На линиях, где поезда движутся с большими скоростями, применяют цепные подвески: одинарные (рис. 316, а), состоящие из несущего троса 3 с подвешенными к нему струнами 2, к которым в свою очередь подвешены контактные провода 1; двойные (рис. 316, б), в которых добавлен вспомогательный провод 4; и одинарные рессорные (рис. 316, в), имеющие рессорный провод 5. Несущий трос позволяет при больших расстояниях между опорами получать малые расстояния между точками подвеса контактного провода и меньший его провес.

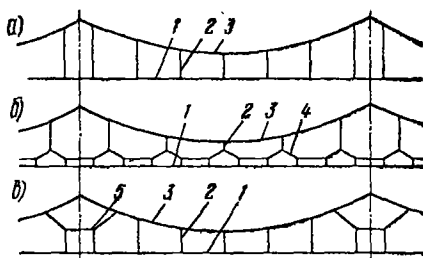


Рис. 316. Цепные подвески

В зависимости от применяемого способа натяжения проводов цепные подвески бывают некомпенсированные, полукompенсированные и компенсированные. При некомпенсированных цепных подвесках все провода жестко закрепляют на так называемых анкерных опорах, воспринимающих силы натяжения проводов. Между анкерными опорами ставят промежуточные опоры, под-

держивающие провода и фиксирующие контактный провод относительно оси пути. Стрела провеса контактного провода такой подвески изменяется с изменением температуры. Только при какой-то одной температуре можно получить горизонтальное расположение точек подвеса контактного провода. При более высокой температуре и несущий трос, и контактный провод удлиняются, а сила натяжения снижается. В средней части пролета (между опорами) стрела провеса будет наибольшей (рис. 317, а). В случае низких температур провода сжимаются, стрела провеса несущего троса уменьшается и контактный провод подтягивается, образуя в средней части отрицательный прогиб (рис. 317, б).

В полукompенсированной цепной подвеске жестко закрепляют на анкерных опорах только несущий трос (рис. 318), а натяжение контактного провода поддерживают постоянным с помощью компенсационного устройства, состоящего из блоков и компенсаторов — грузов, создающих натяжение. Стрелы провеса контактного провода в этом случае получаются значительно меньше, чем у некомпенсированной подвески. Однако из-за жесткого закрепления несущего троса его стрела прогиба изменяется с температурой и при низких температурах получаются отрицательные стрелы прогиба.

Полукompенсированные подвески нашли наибольшее распространение на электрифицированных линиях, так как обеспечивают нормальный токосяем при скоростях движения до 100—160 км/ч.

Компенсированные подвески имеют компенсационные устройства в контактном проводе и в несущем тросе, вследствие чего натяжение их остается неизменным и стрелы прогиба получаются наименьшими.

Такие подвески обеспечивают надежный токосяем при скоростях движения 160 км/ч и более.

Для более равномерного износа контактных пластин по длине ползцов токоприемников контактный провод подвешивают не по оси пути, а зигзагообразно смещая его на 300 мм в одну, а затем у следующей опоры — в другую сторону.

В зависимости от взаимного расположения несущего троса и контактного провода различают вертикальные, полукосые и косые подвески. У вертикальной подвески несущий трос находится над

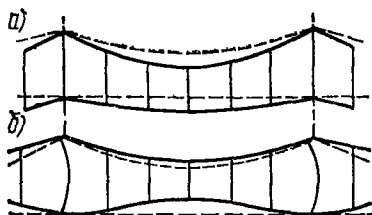


Рис. 317. Положение проводов одинарной цепной подвески:
а — при высокой температуре; б — при низкой

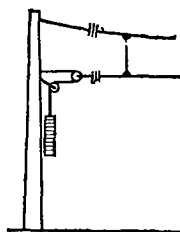


Рис. 318. Крепление проводов при полукompенсированной подвеске

контактным проводом, т. е. в плане располагается тоже зигзагообразно относительно оси пути. При полукосой подвеске несущий трос подвешивают по оси пути, а контактный провод — зигзагообразно. У косой подвески несущий трос располагают зигзагообразно, но в направлении, обратном зигзагу контактного провода. Полукосая и особенно косая подвески способствуют уменьшению отбоя контактного провода под действием бокового ветра, так как он удерживается струнами, располагающимися под углом к вертикали.

На кривых участках пути при вертикальной цепной подвеске контактный провод и располагаемый над ним несущий трос у опор относят во внешнюю сторону, а между опорами подвеска оказывается смещенной к центру кривой. При косой подвеске несущий трос у опор смещают во внешнюю сторону кривой еще больше, а контактный провод под действием сил, создаваемых струнами, располагается по кривой. Косая подвеска на кривых участках пути позволяет увеличить расстояние между опорами по сравнению с вертикальной подвеской.

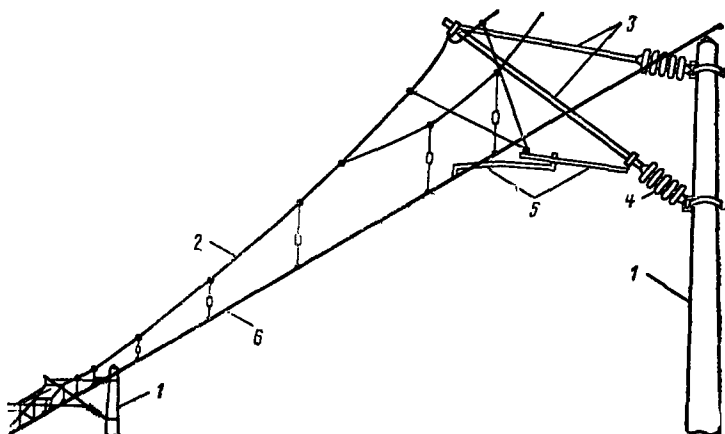


Рис. 319. Крепление подвески на промежуточных опорах

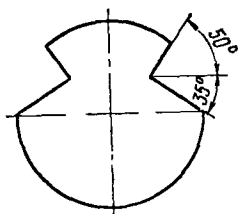


Рис. 320. Сечение контактного провода

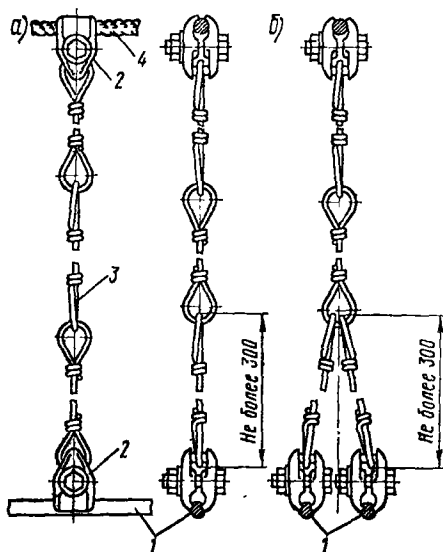


Рис. 321. Подвеска контактного провода к несущему тросу

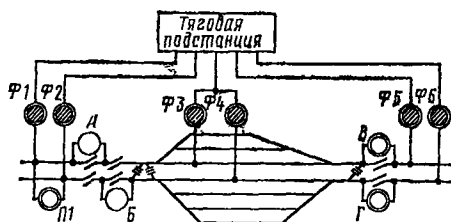


Рис 322. Схема секционирования и питания контактной сети

Рассмотрим конструкцию крепления подвески. На опоре 1 (рис. 319) через стержневые изоляторы 4 укреплена изолированная консоль 3, к которой подвешен несущий трос 2. К консоли в нижней части шарнирно укреплен фиксатор 5. К нему крепят контактный провод 6, фиксируя его положение относительно оси рельсового пути.

Применяют также неизолированные консоли, укрепляемые на опоре без изоляторов. В этом случае несущий трос подвешивают к консоли через тарельчатые изоляторы и врезают изолятор в фиксатор.

Иногда вместо консолей применяют опоры с жесткими поперечинами, перекрывающими оба пути, к которым и крепят подвеску. На станциях несущий трос подвешивают или к гибкой поперечине — системе тросов, соединяющих две опоры, или к жесткой поперечине, укрепляемой на опорах, находящихся по сторонам от перекрываемых путей. Фиксаторы, как правило, крепят на поперечных тросах. Для изоляции подвески от опор и от подвесок других путей (если они не должны быть электрически связаны между собой) в поперечные тросы врезают изоляторы.

Контактный провод подвешивают к струнам таким образом, чтобы не препятствовать скольжению полоза по нижней части провода. С этой целью контактный провод имеет специальную форму (рис. 320). Струновой зажим 2 (рис. 321, а) захватывает контактный провод 1 за верхнюю вы-

ступающую часть. Сам зажим подвешен к составной струне 3, которая через верхний струновой зажим укреплена на несущем тросе 4.

На грузонапряженных линиях над каждым путем подвешивают два контактных провода на раздваивающейся в нижней части струне (рис. 321, б).

Отдельные участки контактной сети электрически отделяют от соседних и каждый из таких участков питают через свой фидер. Такое разделение участков называют секционированием контактной сети. Секционирование применяют для повышения надежности работы.

В случае неисправности, например короткого замыкания, энергия будет отсутствовать только в пределах одного участка, а остальные будут нормально работать. Обычно отделяют контактную сеть перегонов от станционной контактной сети, выделяют контактную сеть различных парков или группы путей в парках и т. д.

Контактную сеть секционируют воздушными промежутками, нейтральными вставками или на деповских путях секционными изоляторами. Отдельные участки контактной сети соединяют между собой нормально отключенными секционными разъединителями, имеющими электродвигательные или ручные приводы. На рис. 322 тяговая подстанция имеет шесть фидеров, питающих через секционные нормально включенные разъединители $\Phi 1—\Phi 6$ шесть секций контактной сети — четыре пути перегонов ($\Phi 1, \Phi 2, \Phi 5, \Phi 6$) и двух групп путей на станции ($\Phi 3—\Phi 4$). Предусмотрено питание отдельных участков контактной сети через нормально отключенные разъединители от других участков при аварийных режимах. Так, разъединитель $\Pi 1$ позволяет питать оба пути через разъединитель $\Phi 1$ (при повреждении фидера с разъединителем $\Phi 2$) или через разъединитель $\Phi 2$ (при повреждении $\Phi 1$); разъединители B и Γ могут соединять контактную сеть путей станции и перегона. Через разъединители A и $Б$ можно при необходимости подать напряжение на нейтральную вставку. Обычно контактная сеть перегонов имеет двустороннее питание от соседних тяговых подстанций.

Рельсовый путь, используемый как второй провод электрической цепи, на секции не делят. Для уменьшения электрического сопротивления стыков, обладающих повышенным переходным сопротивлением, их шунтируют стыковыми соединителями, состоящими из медного гибкого провода со стальными наконечниками, которые приваривают к рельсам.

§ 98. Понятие о тяговых подстанциях постоянного тока

Для повышения надежности работы тяговые подстанции обычно имеют двустороннее питание от двух районных подстанций. Линии передач подходят к системе шин переменного тока 1 (рис. 323), соединенных между собой выключателем 3 и разъединителями.

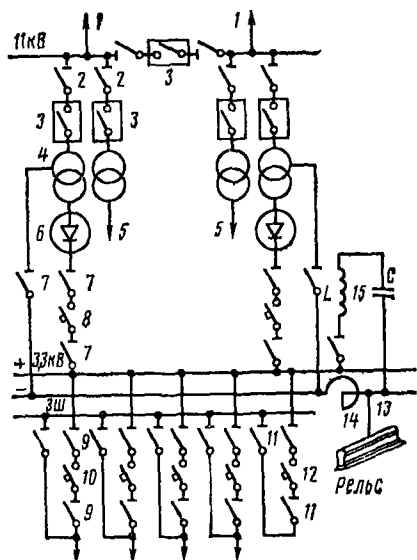


Рис. 323. Упрощенная схема тяговой подстанции постоянного тока

К плюсовой шине через разъединители 9 и быстродействующие выключатели 10 подключают фидеры, питающие отдельные участки контактной сети. На случай отказа какого-либо быстродействующего выключателя в цепи имеется запасная шина ЗШ, к которой фидеры подключены через разъединители. Фидер в этом случае получает питание через разъединители 11, быстродействующий выключатель 12, запасную шину и разъединитель, соединяющий с ней фидер.

Для питания нетяговых (районных) потребителей на тяговых подстанциях устанавливают дополнительные трансформаторы, понижающие напряжение до нужной величины.

§ 99. Взаимодействие электроподвижного состава и системы тягового электроснабжения

Изменение нагрузки тяговых двигателей электроподвижного состава, разное число поездов, находящихся в зоне питания, неравномерно нагружают агрегаты тяговых подстанций и контактную сеть. При возрастании нагрузок снижается напряжение на токоприемниках, вследствие чего уменьшаются скорости движения поездов и увеличивается время хода их по перегонам. Кроме того, при пониженном напряжении снижается частота вращения мотор-вентиляторов, а следовательно, уменьшается количество воздуха, охлаждающего тяговые двигатели, и температура их обмоток повышается. Увеличение времени хода по затяжным подъемам при

К этим шинам через разъединители 2 и выключатели 3 подключают преобразовательные агрегаты, состоящие из тягового трансформатора 4 и полупроводниковых выпрямителей 6. Катоды выпрямителей через однополюсные разъединители 7 и быстродействующие выключатели 8 соединены с плюсовой шиной 3,3 кВ. Вторым проводом преобразовательный агрегат через разъединитель 7 соединен с отрицательной (минусовой) шиной. Стрелка 5 показывает подключение других агрегатов параллельно показанным на схеме агрегатам. Для снижения пульсаций выпрямленного тока включают реактор 14 и резонансные контуры 15 (индуктивности L и емкости C). Минусовую шину соединяют отсасывающим проводом с рельсами.

ухудшенных условиях охлаждения может привести к перегреву тяговых двигателей выше допустимых норм. Неблагоприятно отражаются на работе тяговых двигателей и резкие колебания напряжения, вызываемые отключением больших токов тяговых двигателей электровоза или резким увеличением нагрузки. Падение напряжения в контактной сети и колебания напряжения можно уменьшить, увеличивая сечение проводов контактной сети и уменьшая расстояния между тяговыми подстанциями с 20—30 до 10—15 км. Однако эти работы связаны с большими капитальными затратами и дополнительным расходом цветных металлов.

Уменьшить колебания и потери напряжения до некоторой степени можно за счет правильной организации движения поездов, например за счет более равномерной нагрузки системы тягового электроснабжения при регулировании отправления тяжелых поездов таким образом, чтобы они не двигались пачками, а были рассредоточены между поездами нормальной массы.

Большим резервом является использование рекуперативного торможения, при котором поднимается напряжение в контактной сети, экономится электрическая энергия и снижается расход бандажей и тормозных колодок. Наиболее выгодным является использование рекуперированной энергии электроподвижным составом, работающим в это время в режиме тяги и находящимся близко от рекуперировующего электровоза. Если потребитель находится далеко, передать к нему энергию можно только при более высоком напряжении на рекуперированном электровозе, которое может оказаться более 4000 В и привести к срыву рекуперации. Для повышения надежности рекуперативного торможения на участках, где количество энергии, не использованной электроподвижным составом, большое, тяговые подстанции оборудуют инверторными агрегатами, передающими эту так называемую избыточную энергию рекуперации в энергосистему. Если количество избыточной энергии невелико, то на участке устанавливают более дешевые поглощающие установки с резисторами, в которых гасится энергия. Они включаются при отсутствии потребителей и увеличении напряжения в контактной сети.

При отказе какого-либо узла на электроподвижном составе или в системе энергоснабжения необходимо обеспечить отключение возможно меньшего числа потребителей энергии. Это достигается селективностью защиты, т. е. системой, при которой раньше всего сработает защитный аппарат, включенный возможно ближе к месту повреждения. Если, например, возникло короткое замыкание на электровозе, должен отключиться его быстродействующий выключатель. При пробое изоляции контактной сети на перегоне должна сработать защита на прилежащих тяговых подстанциях или на тяговой подстанции и poste секционирования. Нарушение селективности защиты приведет к нерациональному отключению потребителей, не имеющих никакого отношения к неисправности.

Важное значение для работы электроподвижного состава имеет надежный контакт между токоприемником и контактным проводом

при возможно меньших колебаниях нажатия полоза токоприемника на провод. При малых скоростях движения постоянство нажатия получается несложно, но при высоких скоростях, когда появляются большие инерционные силы, возникающие при изменениях высоты полоза токоприемника, скользящего по контактному проводу, сила нажатия полоза резко изменяется. Кроме того, на силу нажатия полоза влияют аэродинамические силы, возникающие при движении токоприемника в потоке воздуха.

Если эти силы вызывают уменьшение нажатия полоза токоприемника на контактный провод, то возможен отрыв токоприемника в отдельных точках пути с образованием электрической дуги, которая ухудшает состояние контактных поверхностей и вызывает повышенный их износ. При увеличении нажатия полоза на контактный провод увеличивается износ провода и накладок или вставок полозов. При этом возможно слишком большое отжатие контактного провода вверх и задевание токоприемника о детали подвески с повреждением их.

Процесс передачи электрической энергии улучшается при увеличении натяжения контактного провода за счет меньшего его провиса, а также за счет правильного выбора температуры беспровесного состояния контактной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баландин Ю. М. Электрические схемы пассажирского электровоза ЧС2. «Электрическая и тепловозная тяга», 1975, № 6, с. 23—26.
2. Горнов О. Ф., Горчаков Е. В., Осипов С. И. Устройство, ремонт и эксплуатация электровозов постоянного тока. Учеб. пособие для проф.-техн. учеб. заведений М., «Высшая школа», 1969. 392 с.
3. Гуледиани З. Я. Электрические схемы электровоза ВЛ10. М., «Транспорт», 1974. 168 с.
4. Калинин В. К., Михайлов Н. М., Хлебников В. Н. Электроподвижной состав железных дорог. Изд. 3-е, перераб. и доп. Учебник для техникумов ж.-д. транспорта. М., «Транспорт», 1972. 536 с.
5. Мебель В. Б. Подвижной состав электрических железных дорог. Конструкция и динамика. Изд. 4-е, перераб. Учебник для вузов ж.-д. транспорта. М., «Транспорт», 1974. 232 с.
6. Ремонт электровозов и электропоездов. Учебник для техникумов ж.-д. транспорта М., «Транспорт», 1975. 376 с.
Авт.: В. М. Находкин, А. Г. Хрисанов, Р. Г. Черепашенцев и др.
7. Озембловский Ч. С., Красковская С. Н., Ридель Э. Э. Деповской ремонт электровозов постоянного тока. М., «Транспорт», 1971. 448 с.
8. Осипов С. И., Миронов К. А., Ревич В. И. Основы локомотивной тяги Изд. 2-е, доп. и испр. Учебник для техникумов ж.-д. транспорта. М., «Транспорт», 1972. 336 с.
9. Пронтарский А. Ф. Системы и устройства электроснабжения. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учебник для вузов ж.-д. транспорта. М., «Транспорт», 1974. 272 с.
10. Раков В. А. Пассажирский электровоз ЧС2. М., «Транспорт», 1967. 320 с.
11. Сидоров Н. И. Как устроен и работает электровоз. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1974. 224 с.
12. Чернявский С. Н., Ривин И. М. Устройство и работа электровозов постоянного тока. Учебник для техн. школ. М., «Транспорт», 1971. 360 с.
13. Электровоз ВЛ10. Руководство по эксплуатации. М., «Транспорт», 1973. 440 с.
14. Электровоз ВЛ8. Руководство по эксплуатации. М., «Транспорт», 1973. 312 с.
15. Электровоз ВЛ23 без рекуперации, Инструкционная книга, М., «Транспорт», 1960. 230 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I

Общие сведения об электрической тяге

§ 1. Этапы электрификации железных дорог Советского Союза . . .	3
§ 2. Классификация электровозов и их основные данные . . .	6

Глава II

Механическое оборудование

§ 3. Общие сведения о механической части	11
§ 4. Рамы тележек	13
§ 5. Межтележечные сочленения	18
§ 6. Колесные пары	20
§ 7. Буксовые узлы	26
§ 8. Подвешивание тележек	32
§ 9. Подвешивание тяговых двигателей и тяговые передачи	36
§ 10. Автосцепные устройства	45
§ 11. Кузова, опоры и подвешивание кузовов	49
§ 12. Шкворневые узлы и противоразгрузочные устройства	57
§ 13. Системы вентиляции	61
§ 14. Системы пескоподачи	63

Глава III

Тяговые электродвигатели

§ 15. Общие сведения о тяговых двигателях и условия их работы . . .	66
§ 16. Принцип действия тяговых двигателей	68
§ 17. Электромеханические характеристики тяговых двигателей . . .	69
§ 18. Коммутация тяговых двигателей и компенсация реактивной э. д. с. дополнительными полюсами	72
§ 19. Потенциальные условия на коллекторах тяговых двигателей и спосо- бы их улучшения	76
§ 20. Принципы управления тяговыми двигателями в режиме тяги . . .	78
§ 21. Работа тяговых двигателей при реостатном торможении	85
§ 22. Работа тяговых двигателей при рекуперативном торможении . . .	87
§ 23. Номинальные и предельно допустимые параметры тяговых двигате- лей	89
§ 24. Конструкция тяговых двигателей	92
§ 25. Сборка и испытание тяговых двигателей	111

Глава IV

Вспомогательные машины

§ 26. Общие сведения	116
§ 27. Электродвигатели компрессоров	119
§ 28. Мотор-вентиляторы и генераторы управления	124
§ 29. Преобразователи , ...	129

Глава V

Электрические аппараты и приборы

§ 30. Общие сведения	135
§ 31. Электрические контакты	137
§ 32. Гашение электрической дуги	140

Глава VI

Аппараты силовых цепей

§ 33. Токоприемники	142
§ 34. Групповые переключатели	151
§ 35. Главные переключатели	157
§ 36. Реверсоры и тормозные переключатели	162
§ 37. Электропневматические контакторы	169
§ 38. Разъединители	174
§ 39. Отключатели тяговых двигателей	177
§ 40. Резисторы	180
§ 41. Индуктивные шунты	184

Глава VII

Аппараты вспомогательных цепей

§ 42. Электромагнитные контакторы	187
§ 43. Резисторы вспомогательных цепей	193
§ 44. Переключатель двигателей вентиляторов и разъединитель вспомога- тельных цепей	195
§ 45. Электрические печи	196

Глава VIII

Аппараты защиты

§ 46. Общие сведения о защите электрических цепей электровоза	198
§ 47. Быстродействующие выключатели силовых цепей тяговых двигателей	199
§ 48. Быстродействующие выключатели вспомогательных цепей	210
§ 49. Контакторы вспомогательных цепей	215
§ 50. Дифференциальная защита	216
§ 51. Быстродействующие контакторы	220
§ 52. Реле перегрузки	223
§ 53. Реле рекуперации	225
§ 54. Реле напряжения	227
§ 55. Реле буксования	230

§ 56. Высоковольтные плавкие предохранители	234
§ 57. Разрядники	235
§ 58. Аппараты защиты от помех радиоприему	237

Глава IX

Аппараты цепей управления

§ 59. Выключатели цепи управления	239
§ 60. Кнопочные выключатели	240
§ 61. Низковольтные электромагнитные контакторы	241
§ 62. Контроллеры машиниста	243
§ 63. Промежуточный контроллер электровоза ЧС2*	250
§ 64. Электромагнитные вентили	252
§ 65. Электропневматические клапаны	255
§ 66. Электроблокировочные клапаны. Пневматические и автоматические выключатели управления	256
§ 67. Регулятор давления противоразгрузочного устройства	259
§ 68. Реле и регуляторы низкого напряжения	261
§ 69. Панели управления. Предохранители	270
§ 70. Блокировки безопасности	272
§ 71. Соединительные устройства цепей управления	275
§ 72. Приборы освещения и сигнализации	276
§ 73. Измерительные приборы	277
§ 74. Расположение аппаратуры	280

Глава X

Аккумуляторная батарея

§ 75. Назначение и принцип действия аккумулятора	284
§ 76. Устройство щелочных аккумуляторных батарей	285
§ 77. Эксплуатация щелочных аккумуляторных батарей	287

Глава XI

Электрические схемы электровозов

§ 78. Общие сведения о схемах	288
§ 79. Условные обозначения в схемах	289
§ 80. Способы перехода с одного соединения тяговых двигателей на другое	292
§ 81. Электрические схемы электровоза ВЛ10	298
§ 82. Особенности электрических схем электровозов ВЛ8 и ВЛ11	342
§ 83. Электрические схемы электровоза ВЛ23	347
§ 84. Электрические схемы электровоза ЧС2	356
§ 85. Особенности электрических схем электровоза ЧС2*	381
§ 86. Общие сведения о схемах соединений	395

Глава XII

Надежность и ремонт электровозов

§ 87. Надежность электровозов	397
§ 88. Система технического обслуживания и ремонта	401

§ 89. Общие вопросы технического обслуживания и ремонта	407
§ 90. Ремонт механической части	418
§ 91. Ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин	430
§ 92. Ремонт аппаратов, проводов и кабелей	436

Глава XIII

Общие сведения о новых и перспективных электровозах

§ 93. Понятие об импульсном регулировании напряжения	445
§ 94. Электровозы с независимым возбуждением тяговых двигателей	446
§ 95. Электровозы с бесколлекторными тяговыми двигателями	448

Глава XIV

Электроснабжение электрифицированных железных дорог и депо

§ 96. Общая схема питания электрифицированной железной дороги	450
§ 97. Понятие об устройстве контактной сети	451
§ 98. Понятие о тяговых подстанциях постоянного тока	455
§ 99. Взаимодействие электроподвижного состава и системы тягового электроснабжения	456
Список литературы	459

*Станислав Александрович Алябьев,
Сергей Иванович Осипов,
Владимир Николаевич Хлебников,
Эрнст Эдуардович Ридель,*

Евгений Васильевич Горчаков

**УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОВОЗОВ
ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Редактор Р. М. Майорова

Обложка художника В. В. Бородина

Технический редактор Н. Д. Муравьева Корректор В. Т. Агеева

ИБ № 1052

Сдано в набор 18/III 1977 г. Подписано к печати 5/VIII 1977 г.

Формат 60×90¹/₁₆. Бум. тип. № 2 Печ. л. 31 (1 вкл.)

Уч.-изд. л. 34,76 Тираж 28 000 Т-12483 Изд. № 1-1-3/5 № 7041

Зак. тив. 1639

Цена 95 коп.

Изд-во «ТРАНСПОРТ», Москва, Васманный туп., 6а

**Московская типография № 4 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
г. Москва, И-41, Б, Переяславская, 46**

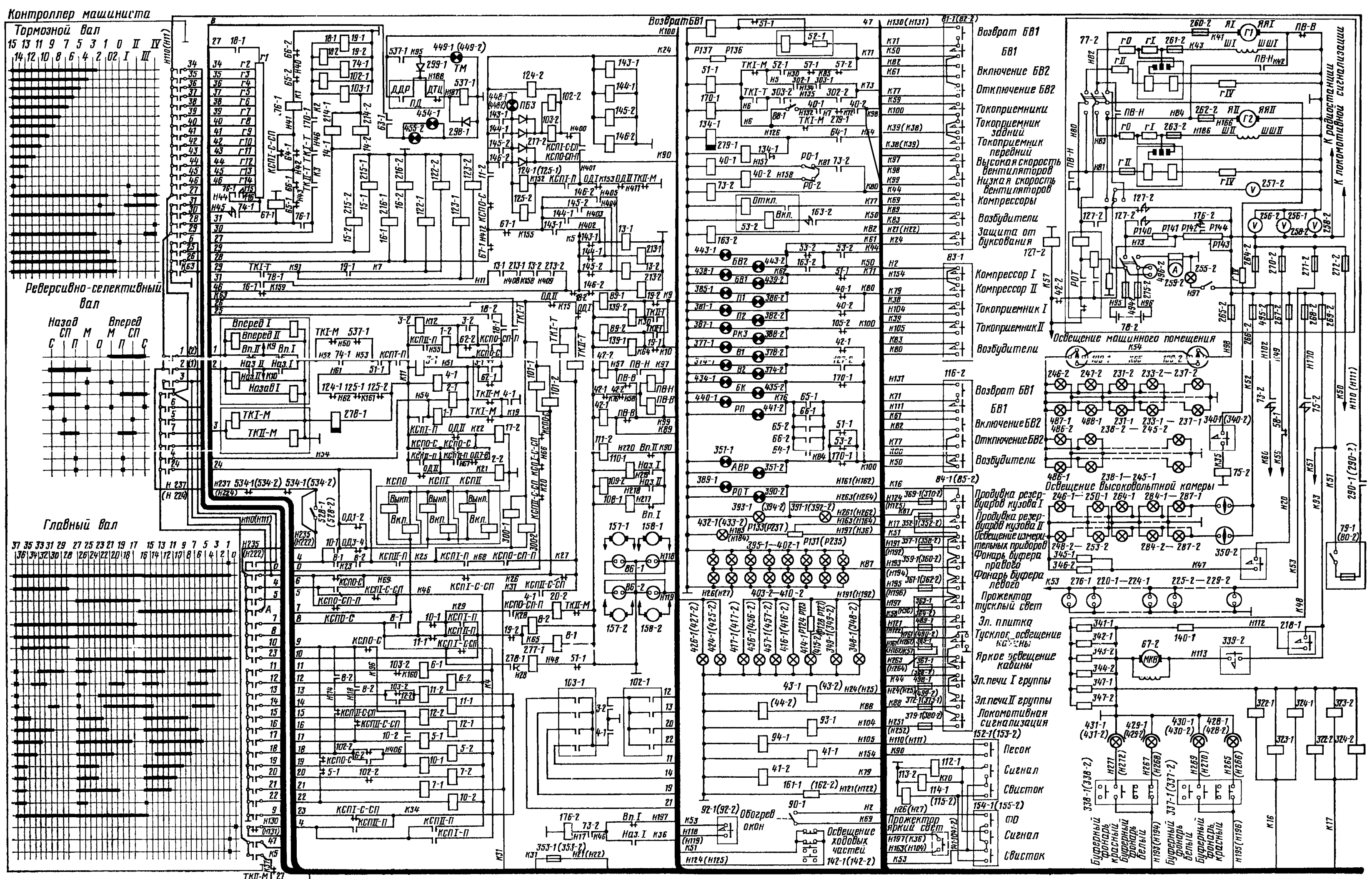


Рис. 251. Схема цепей управления, освещения и сигнализации электровоза ВЛ10

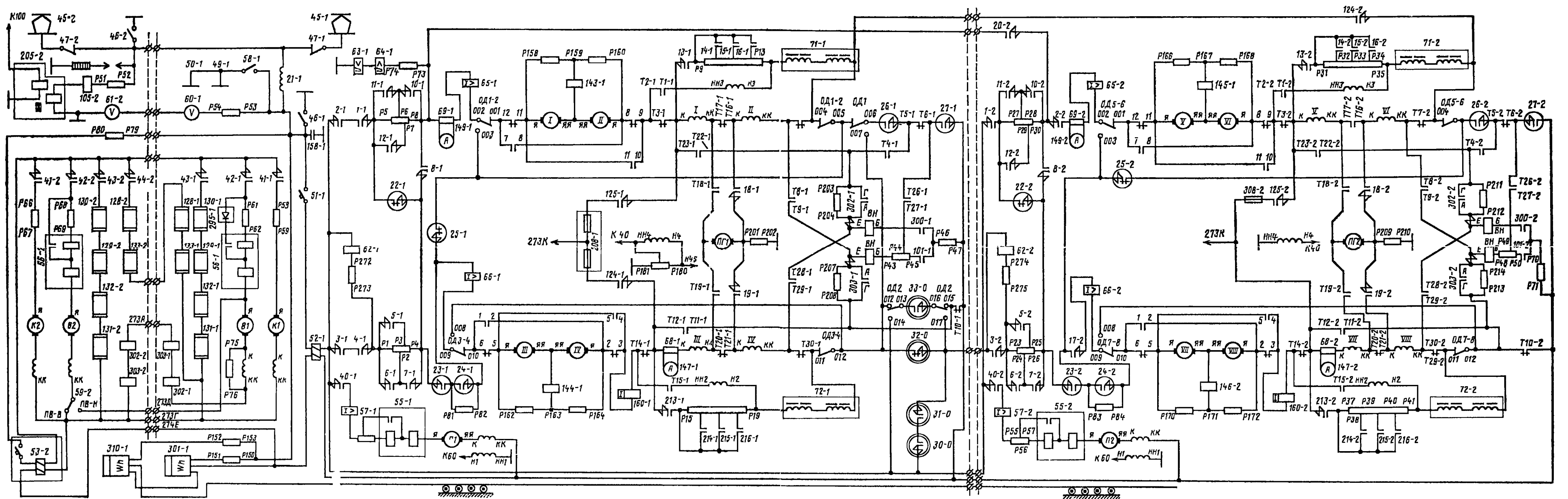


Рис. 252. Схема силовых цепей электровоза ВЛ10

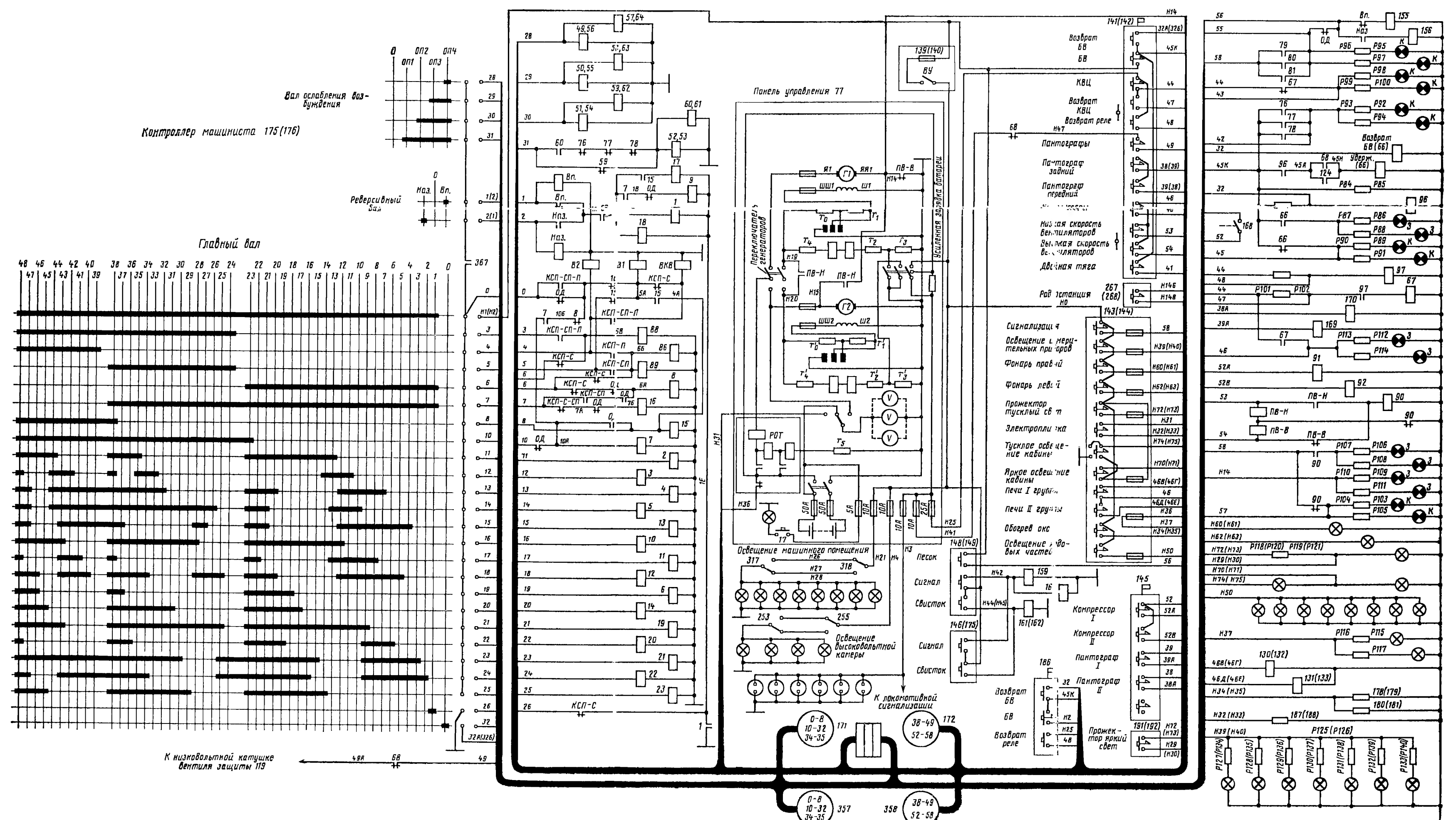


Рис. 256. Схема цепей управления, освещения и сигнализации электровоза ВЛ23

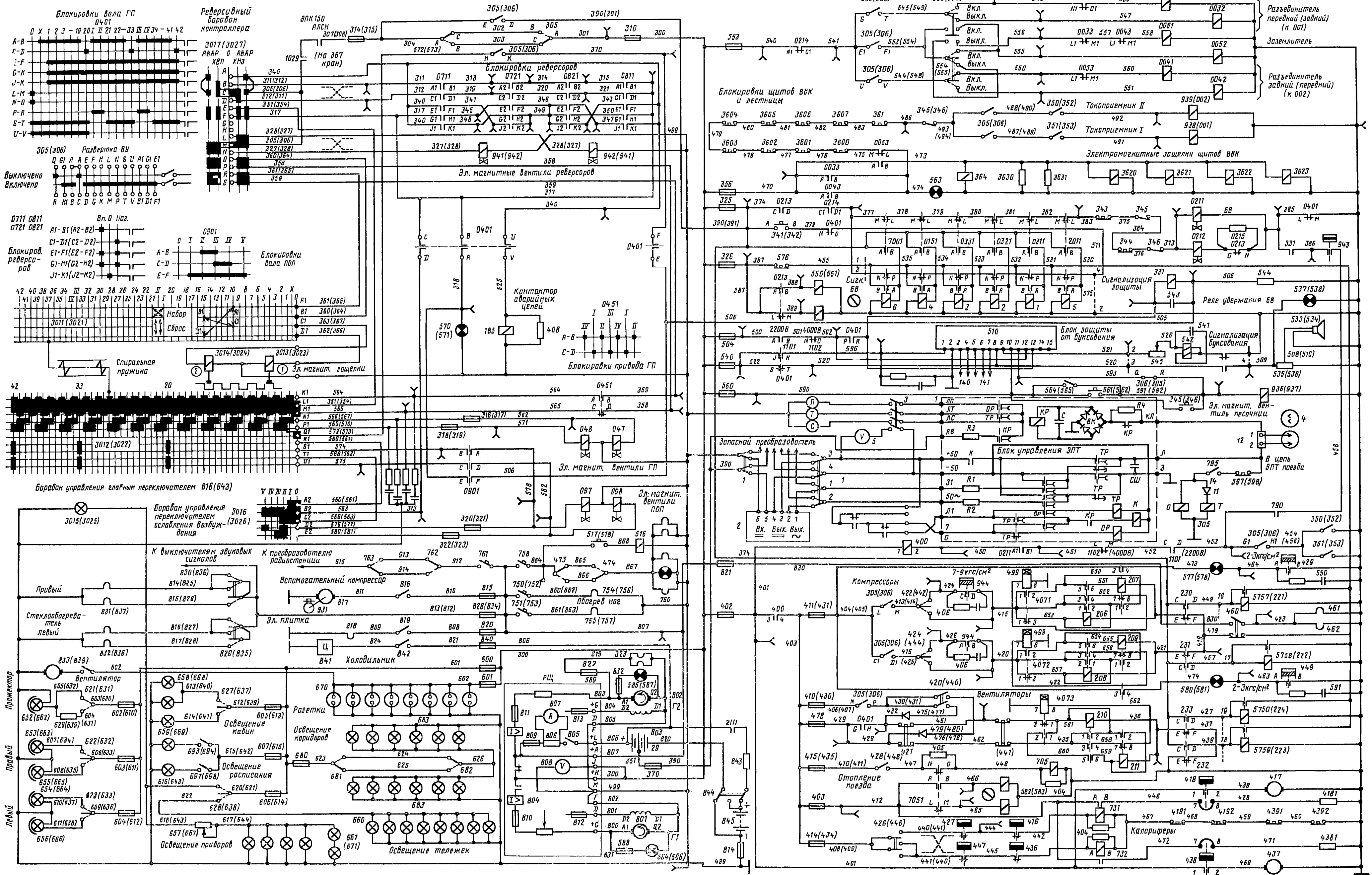


Рис. 273. Схема цепей управления, освещения и сигнализации автомобиля ЗИС-150

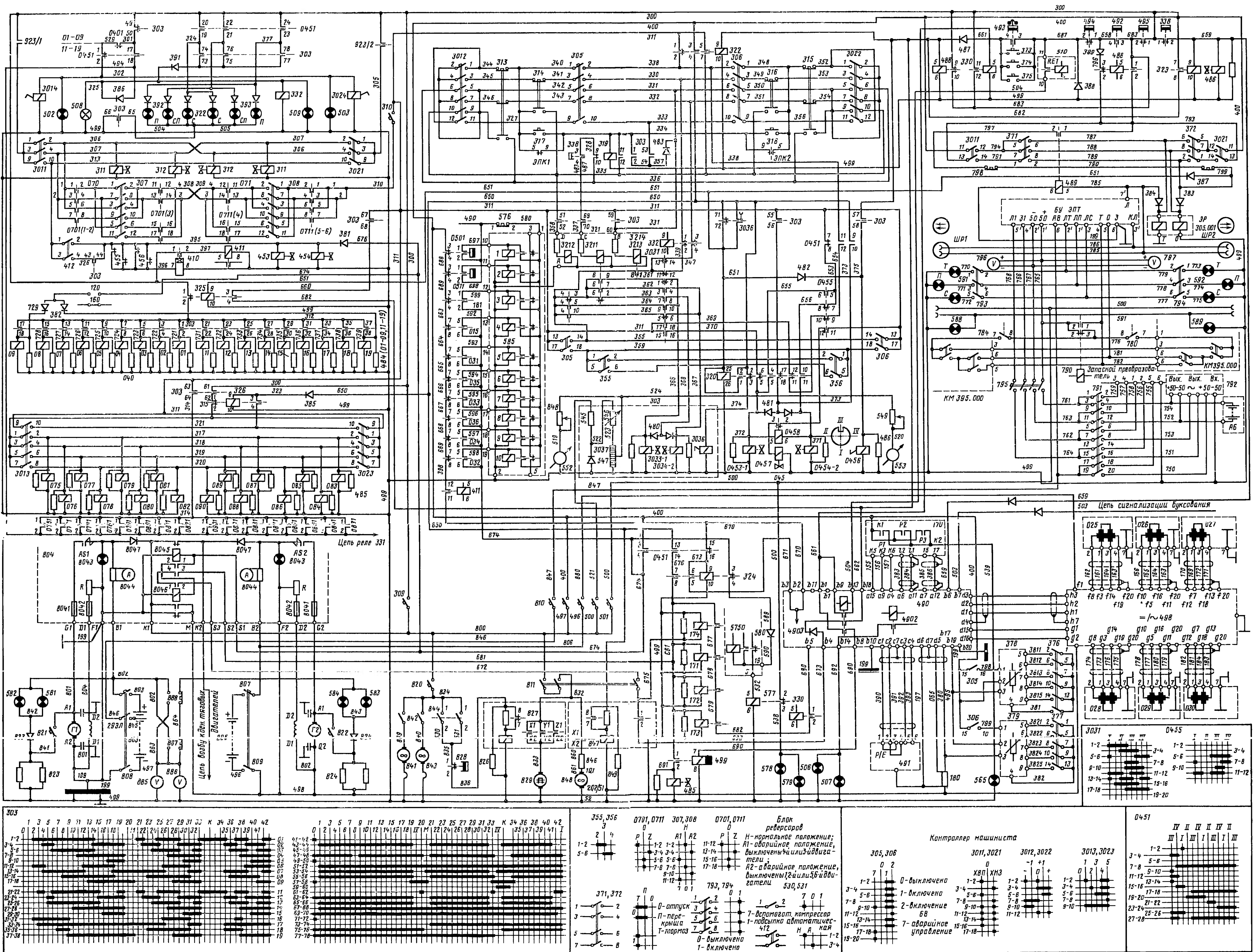


Рис. 279. Схема цепей управления, освещения и сигнализации автомобиля ЗИС-150